

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

МАТЕРІАЛИ

науково-теоретичної конференції

**СУДНОВОДІННЯ,
МОРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ**

NST-2024

20-21 листопада 2024 р.

Одеса 2024

У збірнику матеріалів конференції розміщено тези доповідей, які заслуховувались на засіданнях науково - технічної конференції «Судноводіння, морські перевезення та технології», що відбулась 20-21 листопада 2024 року у Національному університеті «Одеська морська академія». Розглядаються сучасні методи та засоби морської та річкової навігації; розвиток транспортних технологій морських перевезень; Інноваційні технології судноплавства; управління рухом судна; розвиток систем Е-навігації; людський фактор, підготовка фахівців.

Матеріали публікуються згідно з поданими авторами оригіналами, які є відповідальними за їх зміст. Претензії до організаторів конференції по зазначеному питанню не приймаються.

Організатори:

науково-дослідна частина Національного університету «Одеська морська академія»,
Навчально-науковий інститут навігації та Морський Інститут України.

ЗМІСТ

Секція 1. НАВІГАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРОННІ КОМПЛЕКСИ СУДНОВОДІННЯ	10
Власенко Є.А., Печенюк А.В., Стецюк Т.Г. КОНЦЕПЦІЯ ВЕЛИКОТОННАЖНОГО СУХОВАНТАЖНОГО СУДНА ДЛЯ ГИРЛОВИХ ДІЛЯНОК РЕЙНУ ТА ДУНАЮ	10
Волков О.М., Волкомор А.А. ПОХИБКИ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛУ В НАВІГАЦІЇ АВТОНОМНИХ СУДЕН.....	12
Буренко О.О., Васильєв Д.В. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ НАВІГАЦІЙНИХ ПРОГРАМ	14
Галушко Ю.О., Васильєв Д.В. ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДНІХ ВЕЛИЧИН В НАВІГАЦІЇ. НЕРІВНІСТЬ КОШІ.....	18
Голодов М.Ф. УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ Е-НАВІГАЦІЇ	21
Дворецький В.О. ЕФЕКТИВНІ СПОСОБИ КОНТРОЛЮ ГЛИБИНИ АКВАТОРІЇ	23
Дорофєєв М.В., Астайкін Д.В. ВПЛИВ ДИДЖИТАЛІЗАЦІЇ НА СУДНОВОДІННЯ	27
Злобіна А.О. Козаченко О.Ю. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (ШІ) ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МАРШРУТУ ТА ЗАПОБІГАННЯ ЗІТКНЕННЮ СУДЕН	30
Козаченко О., Капустін А. ЗАСТОСУВАННЯ ІоТ В СУЧАСНОМУ СУДНОПЛАВСТВІ.....	33
Ковальчук А.О., Козаченко Ю.М. ВИКОРИСТАННЯ 3D ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ СУДНОПЛАВСТВА	37
Kozachenko O., Velychkovska N. PROFESSIONAL TRAINING OF SEAFARERS	40
Сердиченко Ю.О., Костиця О.В. ЗНАЧЕННЯ РАТИФІКАЦІЇ КОНВЕНЦІЇ ПРО ПРАЦЮ В МОРСЬКОМУ СУДНОПЛАВСТВІ 2006 РОКУ В КОНТЕКСТІ СОЦІАЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНСЬКИХ МОРЯКІВ	43
Кошевий В. М., Харченко Р. Ю., Грищенко В. В., Пашенко О. Л., Шевченко А.А. ЗАХИСТ ПРИЙМАЧІВ ГЛОБАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СУПУТНИКОВОЇ СИСТЕМИ ВІД КІБЕР-АТАК.....	45
Кравченко С.В., Козаченко О.Ю. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ МОРЯКІВ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ	47
Кравченко Р.В., Сікірін В.Є. ДОСЯГНЕННЯ У РОЗВИТКУ АВТОНОМНИХ СУДЕН.....	51
Крупчак К.О., Козаченко О.Ю. ІНТЕГРАЦІЯ ІТ У НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДЕН	53
Кубрак В.В., Голіков А.О. ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ПАЛИВА У МОРСЬКОМУ СУДНОПЛАВСТВІ	56

Купровський В.І. ОЦІНКА ЙМОВІРНОСТІ ВІЯВЛЕННЯ ЦІЛІ СУДНОВОЮ НАВІГАЦІЙНОЮ РЛС Х- ДІАПАЗОНУ	58
Кучер Ю.П. ДОКУМЕНТИ МІЖНАРОДНОЇ АСОЦІАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ТОВАРИСТВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КІБЕРСТІЙКОСТІ МОРСЬКИХ СУДЕН	61
Кульбацький А.А., Просвірнін Ю.В., Дубовик В.О., Іванов І.І. ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРОВЕДЕННЯ СУДЕН ПІД МОСТАМИ	64
Кушнір Р.Г. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВНУТРІШНІХ ВОДНИХ ШЛЯХІВ ЄВРОПИ	66
Лахтіонов О.В., Авраменко Є.О. КОСМІЧНА СИСТЕМА ПОШУКУ КОСПАС-SARSAT	68
Левенець М.С., Северін В.В. КАРТОГРАФІЧНІ ПРОЕКЦІЇ. ПОБУДОВА МЕРКАТОРСЬКОЇ ПРОЕКЦІЇ	71
Лобан Д.С., Алексішин А.В. НЕДОЛІКИ СИСТЕМИ АВАРІЙНО-ПОПЕРЕДНЬОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ У СУЧАСНИХ ЕКНІС	73
Льошина А.О., Васильєв Д.В. ЖИТТЯ УКРАЇНСЬКИХ МОРЯКІВ В УМОВАХ ВІЙНИ	76
Мазур О. М., Гевший О.В., Онищенко О. А. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ КВАНТОВОЇ НАВІГАЦІЇ	79
Малюга Е. Є., Балочкін І. В. МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ АВАРІЙНОСТІ СУДЕН В ПІВНІЧНІЙ ЧАСТИНІ ТИХОГО ОКЕАНУ	84
Малюга Е. Є. СТАТИСТИЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК РОЗПОВСЮДЖЕННЯ КРИГИ В ПРОТОЦІ ДЕЙВІСА ТА МОРЕ ЛАБРАДОР З АТМОСФЕРНИМ ТИСКОМ І ШВИДКІСТЮ ВІТРУ	86
Морар В.В., Северін В.В. МОЖЛИВІ ЗМІНИ ТЕЧІЇ ГОЛЬФСТРІМУ І НАСЛІДКИ ЗМІН	88
Пархоменко Г.О., Васильєв Д.В. ПАНАМСЬКИЙ КАНАЛ. АЛЬТЕРНАТИВНІ ШЛЯХИ	89
Патрик М.В., Алексішин А.В. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ У НАВІГАЦІЇ ТА СУДОХОДСТВІ. ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ	91
Пашенко О.Л. СУПУТНИКОВА СИСТЕМА IRIDIUM ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПЕРЕРОЗПОДІЛ МОРСЬКИХ РАЙОНІВ	96
Печенюк А.В. ОЦІНКА ГІДРОДИНАМІЧНИХ СИЛ, ЩО ДІЮТЬ НА КАТАМАРАН ПРИ ЙОГО ХИТАВИЦІ НА РЕГУЛЯРНОМУ ХВИЛЮВАННІ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	97
Рябенко Д.В., Волков О.М. АКТУАЛЬНИЙ СТАН РОЗВИТКУ АВТОНОМНИХ СУДЕН	100
Святець Є.А., Козаченко Ю.М. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ IRIDIUM В GMDSS	104

Северін Вас. В. ОКРЕМИЙ ВИПАДОК ВИЗНАЧЕННЯ ПОПРАВКИ КОМПАСА ЗА ПОЛЯРНОЮ ЗІРКОЮ	108
Северін Віт. В., Северін Вас. В. АСТРОНАВІГАЦІЯ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ.....	110
Сидоровський О.В., Васильєв Д.В., Очеретний Р.М. РОЛЬ НАВІГАЦІЇ В 21 СТОРІЧЧІ	115
Synhaivskyi V., Kozachenko Y. VIRTUAL REALITY (VR) IN MARITIME TRAINING AND SAFETY	116
Сікірін В., Ворохобін М. ВИБІР ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ДЛЯ ОПИСУ ПОХИБОК НАВІГАЦІЙНИХ ВИМІРІВ	120
Soldatenko A., Kozachenko O. PREDICTIVE DIAGNOSTIC OF TECHNICAL STATE ON SHIPS USING DIGITAL TWINS	123
Степанов Б.В., Козаченко О.Ю. ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ В СФЕРІ УТИЛІЗАЦІЇ СТАРИХ СУДЕН	126
Stetsenko M., Shyshkin O AI TECHNOLOGY IN ISM RADIO BAND DRONE DETECTION AND CLASSIFICATION SYSTEM FOR PROTECTION OF COMMERCIAL SHIPS AND PORT FACILITIES	129
Танасенко О.І., Лабарткава Н.О., Васильєв Д.В. МОРСЬКИЙ ЗЕЛЕНИЙ ПРОХІД “ОДЕСА - СТАМБУЛ”	134
Федотов О.П., Алексішин А.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ІНТЕГРОВАНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	137
Фусар І.Ю. ВПЛИВ РОЗВИТКУ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ GALILEO НА ГАЛУЗЬ МОРСЬКОГО ТА РІЧКОВОГО ТРАНСПОРТУ	141
Хрущ М., Авраменко Є.О. ВИКОРИСТАННЯ РЕФЕРЕНТНИХ СТАНЦІЙ В НАВІГАЦІЇ.....	144
Хуссейн Ю.М. МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ РАЙОНІВ БЕЗПЕЧНОГО МАНЕВРУВАННЯ В ОБМЕЖЕНИХ ЗОНАХ ПОРТІВ І ПІДХОДІВ ДО НИХ.....	148
Чайковський К.О., Северін Вас. В. РОЛЬ ПОПРАВКИ КОМПАСА В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ СУДНОВОДІННЯ.....	152
Cheripoha T., Kozachenko O. FROM STATIC DEPTH TO PREDICTIVE SAFETY: MODERNIZATION OF ECHO SOUNDERS IN MARITIME NAVIGATION.....	155
Шишкін О.В., Коновец В.І., Дем'яненко І.В. ЗАХИСТ АІС ВІД ПІДРОБЛЕНИХ ПЕРЕДАВАНЬ НА ОСНОВІ КРИПТОГРАФІЧНОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ПОВІДОМЛЕНЬ	157
Шишкін О.В., Пашенко О.Л., Харченко Р.Ю. НОВІ МОРСЬКІ СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА.....	161
Шишкін О.В., Стеценко М.С. КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ СУДНОВИХ СИСТЕМ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТА НАВІГАЦІЇ АВТОНОМНОГО СУДНА З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	166

Секція 2 УПРАВЛІННЯ СУДНОМ ТА ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ.....	171
Antonyan David1, Syemitko Volodymyr1	
SHIP ANCHORING METHODS.....	171
Білий І.Ю., Бурмака І. О., Онищенко О. А.	
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ ЗІТКНЕНЬ АВТОНОМНИХ СУДЕН	175
Бобурчак В.Ю., Жуков Д.С.	
MASS: РОЗВИТОК ТА ПРОБЛЕМИ В МОРСЬКІЙ НАВІГАЦІЇ	179
Бурмака І. О., Жуков Д.С.	
ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ БУКСИРНИХ ОПЕРАЦІЙ.....	180
Бурмака І. О., Онищенко О. А., Бурмака О.І.	
ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СУДЕН	188
Вовк Б.М., Матвєєв М.Д.	
ПОСТАНОВКА СУДНА НА ЯКІР ТА ШВАРТОВНІ ОПЕРАЦІЇ. ОПЕРАЦІЇ З ЛОЦМАНОМ	192
Ворохобін І. І., Галаган С. М., Онищенко О. А.	
ПІДВИЩЕННЯ АСТАТИЗМУ У СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ МАЛИХ БЕЗПЛОТНИХ НАДВОДНИХ АПАРАТІВ	193
Гайша О. О., Онищенко О.А.	
ПРО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОГО ЗАСПОКОЮВАЧА ХИТАВИЦІ З НЕЧІТКОЮ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ.....	197
Галамутько О. О., Корбан Д.В.	
ДОКУМЕНТУВАННЯ ЛОЦМАНСЬКОГО ПРОВЕДЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ	197
Gerasymenko Nika, Syemitko Volodymyr	
FREIGHT CHARTERING IN SHIPPING IS THE FOUNDATION OF MARITIME TRADE ..	205
Gershkul Anna, Syemitko Volodymyr	
PILOT BOARDING METHODS AND EQUIPMENT REQUIREMENTS	208
Іванов Р.В., Маркітан В.В.	
УПРАВЛІННЯ МОРСЬКИМ СУДНОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	212
Левенець М.С., Матвєєв М.Д.	
ЕКСТРЕНЕ ГАЛЬМУВАННЯ ТА МАНЕВРУВАННЯ СУДНА	214
Маркітан В.В.	
НЕНАЛЕЖНЕ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ НАВІГАЦІЙНОГО МІСТКА ЯК ЧИННИК ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙНИХ МОРСЬКИХ ПОДІЙ	216
Matvyeyev M.	
ACCIDENT INVESTIGATION GROUNDING OF SELF-UNLOADER	219
Морар В.В., Матвєєв М.Д.	
МАНЕВРУВАННЯ СУДНА В РІЧКАХ, ГИРЛАХ РІЧОК І ОБМЕЖЕНИХ АКВАТОРІЯХ З УРАХУВАННЯМ ТЕЧІЇ ТА ВІТРУ. ОБЛІК ДАНИХ ОБСТАВИН ПІД ЧАС.....	226
Бродецький В.І., Паладій С.А.	
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА	227
Пашенко О.Л.	
СТАТИСТИКА ПЕРЕДАЧІ ОПОВІЩЕНЬ ПРО ЛИХО В 2023 РОЦІ	233

Перевертов Д.С., Мальцев А.С. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ STABILITY BOOKLET І ШЛЯХИ ЙОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ.....	236
Pokotilova Maryna¹, Syemitko Volodymyr ANCHOR LOSS PREVENTION	239
Savchenko Vladyslav, Popovskii A. DISCUSSION OF VARIOUS METHODS OF CREATING SURFACE MOLECULAR ORDERING IN PRODUCTION OF LIQUID CRYSTALLINE DISPLAYS FOR MARINE NAVIGATION DEVICES	243
Syemitko Volodymyr. REMOTE ADJUSTMENT OF THE MAGNETIC COMPASS	247
Сінюта К.О. ОПТИМІЗАЦІЯ ШВИДКОСТІ СУДНА ДЛЯ ПОВЕРНЕННЯ ДО ЗАДАНОЇ КООРДИНАТНОЇ ТОЧКИ МАРШРУТУ	252
Сінюта К.О. АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ НА МОРСЬКОМУ ТА РІЧКОВОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ	253
V. Synhaivskyi, S. Smirnov MOORING SYSTEM DESIGN PRINCIPLES.....	257
Слободяник Д.Р., Корбан Д.В. СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СУДНОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У СКЛАДНИХ УМОВАХ АТМОСФЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	260
Тірон С.В., Матвєєв М.Д. АВАРІЙНІ СИТУАЦІЇ СУДЕН ЗА 2023-2024 РОКИ.....	263
Шемонаєв В.Ю., Сурінов І.Л. ПРАВИЛО ПРО НАВІГАЦІЙНУ ПОМИЛКУ ЯК ОДИН З ЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ ДЕРЖАВНОГО ЗАХИСТУ СУДНОВЛАСНИКА	269
Шинкарчук М.Ю., Маркітан В.В. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНИМИ МОРСЬКИМИ СУДНАМИ	272
Янівець В.В., Бурмака І.О ВИКОРИСТАННЯ ЖОРСТКИХ ВІТРИЛ НА СУЧАСНИХ МОТОРНИХ СУДНАХ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ЗНАЧНИХ ВИКИДІВ ПАЛИВА.....	274
Секція 3. МОРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ. БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА	279
Гайченя О.В. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ВАНТАЖУ ПРИ ЗАВАНТАЖЕННІ ТРЬОХ ТРЮМІВ.....	279
Ніколаєва Л.Л. ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ПРАКТИЦІ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОЖНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ	281
Перникоза В.В., Бурчак О.І., Федотов А.В. ВИБІР МАРШРУТУ ЧЕРЕЗ ОКЕАН. НОВА МЕТОДИКА З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРИЧНИХ КОЛИВАНЬ НА ВЕЛИКЕ КОНТЕЙНЕРНЕ СУДНО	283

Петріченко Є.А. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ СУДНОПЛАВНОЮ КОМПАНІЄЮ	287
Петров І.М., Рудніченко М.Д., Казак Ю.В. ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ НЕПРОДУКТИВНИХ ПРОСТОЇВ СУДЕН НА ВАНТАЖНИХ ТЕРМІНАЛАХ	289
Рудніченко М.Д., к.т.н, доцент, Шведов Д.В., аспірант, Байраченко О.В. ПЕРЕВАГИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ НАВЧАННЯ БЕЗ ВЧИТЕЛЯ ПРИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОМУ АНАЛІЗІ ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ ФІНАНСОВИХ ДАНИХ	292
Савчук Віктор МОНІТОРИНГ МІКРОКЛІМАТУ ТРІУМІВ БАГАТОЦІЛЬОВОГО СУДНА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ РЕЖИМНИХ ВАНТАЖІВ	294
Костіна І., Савчук В. ВИКОРИСТАННЯ МАРКІРОВКИ ВАНТАЖІВ ПРИ ЗАВАНТАЖЕННІ БАГАТОЦІЛЬОВОГО СУДНА В ПОРТУ	297
Курська М., Савчук В. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМІНАЛУ В ПОРТУ	299
Ярмолівч Ю.Р. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РИНКУ СУДНОВОГО АГЕНТУВАННЯ.....	301
Секція 4. ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МОРЯКІВ	304
Бліновська Р.І., Рогульська О. О. РОЗВИТОК ІНШОМОВНИХ КОМУНІКАТИВНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ: ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИ	304
Бортняк А.О. THE IMPORTANCE OF USING ONLINE RESOURCES IN TEACHING	306
Olha Vykhor DEVELOPING BUSINESS DOCUMENTATION SKILLS FOR MARITIME INDUSTRY PROFESSIONALS: METHODS AND APPROACHES	307
Єфанова І. А. МОВЛЕННЄВА ПОВЕДІНКА ІНДІЙСЬКИХ МОРЯКІВ ТА ЇЇ МЕЛОДІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ	309
Загребельна Н.В. МОРСЬКИЙ ДИСКУРС В АНГЛІЙСЬКОЇ МОВІ: ГОЛОВНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	315
Іванова А. В., Чорний О. О. КЛЮЧОВІ ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ МОРСЬКИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	316
Капрова Д.М. SHIP ENERGY EFFICIENCY AND MARITIME SECTOR INITIATIVES TO REDUCE CARBON EMISSIONS	319
Костроміна О.В TRAINING FOR SEAFARERS	321
Мелентєва О.М. FIVE TEACHING MODELS WHICH HAVE INFLUENCED CURRENT TEACHING PRACTICE	323

Мілошунас В. В. CLIL AND MARITIME ENGLISH: CHALLENGES AND TRENDS	324
Писаревська В.А. PECULIARITIES OF TRANSLATION OF ENGLISH MARITIME LAW TERMINOLOGY ..	326
Савватєєва В.Д. ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ ІНШОМОВНОМУ МОНОЛОГІЧНОМУ ВИСЛОВЛЮВАННЮ У ДИСТАНЦІЙНОМУ ФОРМАТІ	328
Сіваченко І.В. ФОРМУВАННЯ АНГЛОМОВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ СУДНОВОДІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ІКТ	329
Тихоніна С. І., Олінчук В. В. ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗВИТКУ МОВЛЕННЄВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ МОРЯКІВ	333
Труханова Н.Л. ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ЕФЕКТИВНИХ МЕТОДІВ У ВИКЛАДАННІ КУРСАНТАМ-СУДНОВОДІЯМ МОРСЬКОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ	335
Kharkova Hanna EXPLORING THE MARITIME ENGLISH	337
Хроленко О. А., Русавська О. О. Бондаренко Є. В. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ МОРСЬКОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ	338
Цобенко О.В. ІНТЕРАКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИКЛАДАННІ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У МОРСЬКІЙ ГАЛУЗІ	340
Shapoval O. FORMATION OF THE PRAGMATIC COMMUNICATIVE COMPONENT OF ENGLISH LANGUAGE COMPETENCE IN CADETS	342
Власенко Є.А. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НЕСАМОХІДНИХ СУХОВАНТАЖНИХ БАРЖ ДЛЯ РІЧОК УКРАЇНИ	344
Саврацький О.О., Петров І. М. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВОДНЮ В ЗРІДЖЕНОМУ СТАНІ	346
Pavlo Reshytko, Igor Petrov PROSPECTS FOR THE OPERATION OF SPECIALIZED SAILING VESSELS IN INTERNATIONAL SHIPPING	349
Гєвший О.В., Козаченко О.Ю ВИКОРИСТАННЯ РОБОТОТЕХНІКИ ТА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА СУДНАХ	352
Козаченко О., Кучер В. ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ СУДЕН, АВТОМАТИЗАЦІЯ РІШЕНЬ У СКЛАДНИХ УМОВАХ	356
Цєкова О.С., Козаченко О.Ю. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПЕРЕДРЕЙСОВИХ ТРЕНІНГІВ З НАВІГАЦІЇ: ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ МОРЯКІВ	360
Торський В.Г. ІНФОРМАЦІЯ ЯК- ЗАСІБ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ	363

УДК 629.5

КОНЦЕПЦІЯ ВЕЛИКОТОННАЖНОГО СУХОВАНТАЖНОГО СУДНА ДЛЯ ГИРЛОВИХ ДІЛЯНОК РЕЙНУ ТА ДУНАЮ

Власенко Є.А., к.т.н., Печенюк А.В., к.т.н., доцент, Стецюк Т.Г.

Національний університет «Одеська морська академія». Україна

Вступ. У статті [1] можна знайти відомості про розвиток великотоннажних суден обмеженого району плавання (СОРП), що створювалися для експлуатації з заходом до внутрішніх водних шляхів (ВВШ) колишнього СРСР. Значна кількість проектів СОРП нового покоління розроблялася українським проектантом «Морське інженерне бюро» (МІБ) під керівництвом проф. Г.В. Єгорова; деякі з них будувалися на українських суднобудівних підприємствах. Особливістю СОРП даного типу є відповідність габаритним обмеженням $141 \times 17 \times 3.6$ м ($L \times B \times d$), що обумовлені уніфікованими розмірами шлюзів на головних ВВШ, включаючи і споруди річки Дніпро. Судна нового покоління отримали деякі проектні рішення, що були нестандартними на час їхнього введення, зокрема, надзвичайно високу повноту обводів корпусу, збільшену висоту вантажних комінгсів (або тронків на танкерах), використання гвинто-кормових колонок (ГКК) у якості єдиних засобів забезпечення ходкості та маневреності. В результаті склався окремий тип СОРП, що суттєво відрізняється як від старіших суден аналогічного призначення, так і від традиційних СОРП для експлуатації на європейських ВВШ. У даному докладі наведено попередній аналіз доцільності цих проектних рішень в умовах СОРП для гирлових ділянок Рейну та Дунаю, а також можливі шляхи їх адаптації з ціллю обґрунтування концепції ефективного СОРП для європейського ринку, що представляється цілком актуальною задачею.

Основний матеріал. Особливістю шляхових обмежень на гирловій ділянці Рейну є суттєві коливання глибини води протягом року, при наявності як повеней, так і обмелень. Тому СОРП завжди пристосовують до роботи з малим запасом води під кілем, щоб в умовах частих обмелень вони зберігали якнайбільшу вантажопідйомність. Якщо взяти за основу габаритні розміри $141 \times 17 \times 3,6$ м ($L \times B \times d$), то в умовах річки Рейн близькі обмеження $135 \times 17,5 \times 3,6$ м відповідають ділянці гирло – Кельн [2]. Але при цьому має місце більш жорстке обмеження по надводному габариту (фікспункт) – 9,1 м. Для гирлової ділянки Дунаю головні розміри СОРП можна прийняти такими ж [2].

Оскільки на європейських ВВШ велику роль відіграються контейнерні перевезення, для суховантажів важливо забезпечити оптимальну контейнеромісткість. На рис. 1 порівняно схему розміщення контейнерів TEU на існуючому СОРП (пр. RSD59, [3]) та на перспективному СОРП з габаритними розмірами $135 \times 17 \times 3,6$ м. При зменшенні довжини судна найбільш простим рішенням є зменшення довжини другого трюму з відмовою від одного бею, що також не зменшує загальне число контейнерів стандарту FEU.

В обох випадках може застосовуватися поперечне розміщення контейнерів відповідно до наведеного перерізу трюму (п'ять контейнерів по ширині трюму та шість на палубі, з дотриманням зазору 187 мм для можливості перевезення контейнерів типу pallet wide). Але на існуючих СОРП для ВВШ колишнього СРСР зазвичай встановлюється чотири контейнери по ширині трюму та палуби при більшій ширині подвійних бортів. Очевидно, що при підвищеній контейнерній функції вигідно приймати ширину подвійних бортів мінімальною, виходячи з конструктивних та технологічних міркувань. У випадку СОРП для гирлових ділянок Рейну та Дунаю цю проблему можна пом'якшати за рахунок збільшення ширини судна до 17,5 м.

При розміщенні контейнерів по висоті виникає питання оптимальної висоти трюму та вантажних комінгсів, які також відіграють суттєву роль у забезпеченні поздовжньої міцності судна. На СОРП пр. RSD59 завдяки високим комінгсам можна розмістити у трюмі три яруси контейнерів, як звичайної висоти, так і типу high cube. Виходячи з обмеження надводного

габариту на перспективному СОПІ, можна розмістити тільки три яруси звичайних контейнерів та один палубний ярус (любого з двох типів контейнерів). Перехід до нижчих комінгсів, розрахованих на два яруси контейнерів, вже призводить до практичної неможливості виконати вимоги до загальної поздовжньої міцності у морських районах експлуатації. Виконані проробки конструктивного мідель-шпангоуту показали, що запропонована схема дозволяє досить раціонально виконати вимоги при районі плавання R2-RSN. З висотою комінгсів також пов'язано питання виконання вимог конвенції СОЛАС-74 щодо достатнього обзору з ходового містка. Як показано на рис. 1, СОПІ пр. RSD59 з палубним штабелем контейнерів не відповідає цій вимозі. Для перспективного СОПІ її виконання стає ще більш проблематичним і потребує наявності підйомної рубки або перенесення рубки з ходовим містком в носову частину судна.

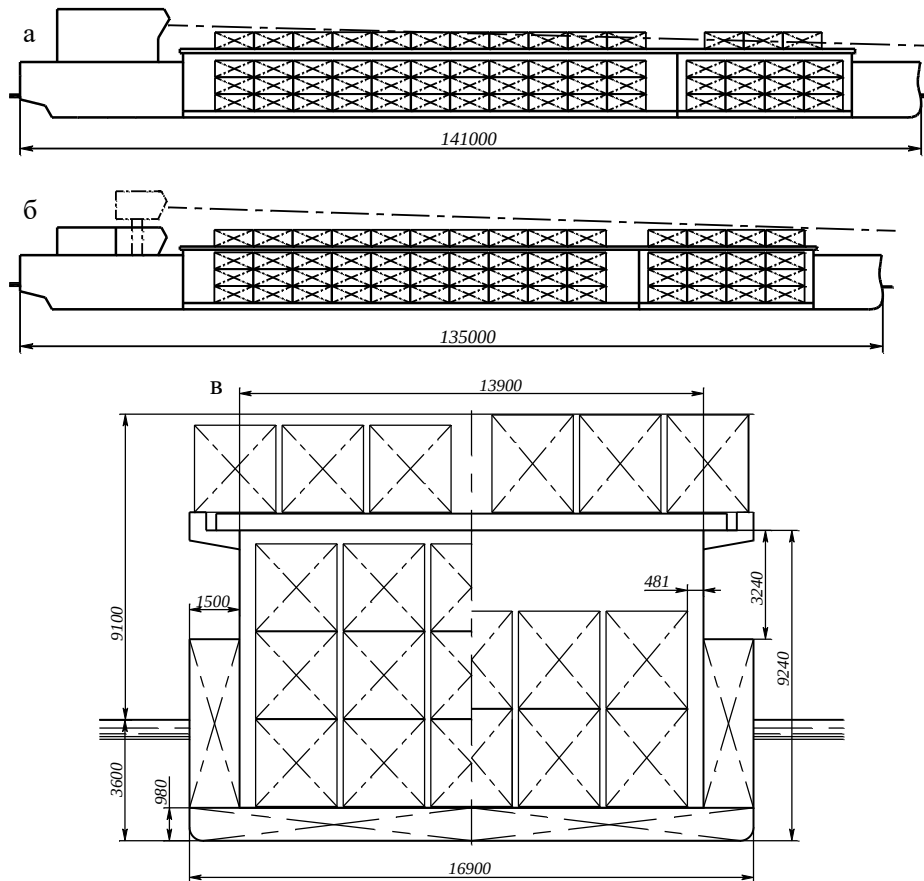


Рисунок 1. Схеми розташування контейнерів по вантажних приміщеннях:
а – СОПІ пр. RSD59; б, в – перспективний СОПІ для гирлових ділянок Рейну та Дунаю

Важливою конструктивною особливістю СОПІ нового покоління для ВВШ колишнього СРСР є застосування «надповних» обводів з коефіцієнтом загальної повноти до 0,93. У роботі [1] показано, що це має під собою певне економічне підґрунтя. Тому подібну повноту обводів бажано зберегти і в проекті СОПІ, що розглядається. Разом з тим, обводи корпусу, особливо кормової частини, потребують доопрацювання для забезпечення роботи гвинто-кормового комплексу з малим запасом води під кілем. Виконане чисельне модулювання руху судна пр. RSD59 при співвідношенні глибини води до осадки 1.28 (значне мілководдя), показало, що коефіцієнт номінального попутного потоку в диску гребного гвинту складає 0.88, тобто гвинт опиняється в умовах, близьких до умов на швартовах. Режим «на швартовах» для вантажних суден є тимчасовим, він характеризується низькою ефективністю та підвищеною кавітацією рушіїв. Виникнення такої ситуації пояснюється особливостями форми кормової частини судна, при обтіканні якої вода до гвинтів потрапляє вздовж батоксів

з-під днища. На мілководді відбувається зниження тиску води під днищем і відрив потоку в кормовому подзорі, хоча на глибокій воді обтікання на відповідних ділянках є безвідривним. Для покращення умов роботи рушіїв на мілководді корисно забезпечити підтік води не тільки з-під днища, але й з бортів.

Не менш важливим є питання про збереження у якості рушійного комплексу ГКК або перехід на традиційну двовальну установку. В роботі [1] зазначено, що встановлення ГКК на СОРП призводило до погіршення пропульсивного ККД, хоча і покращувало маневреність у порівнянні з традиційними рушійними комплексами. Причина погіршення ККД полягає як в меншому діаметрі гвинтів, встановлених на ГКК, так і в менш ефективній взаємодії між ними та корпусом судна. На наш погляд, для СОРП з підвищеною річковою функцією було б корисно мати ГКК у якості єдиного засобу забезпечення ходкості та маневреності. Для оптимізації їхньої ефективності можна використати вказане вище перепроєктування кормових обводів, а також встановлення гребних гвинтів, пристосованих до попутного потоку судна [4].

Висновки. Попередні проробки концепції великотоннажного суховантажного судна для гирлових ділянок Рейну та Дунаю показали, що така концепція може бути побудована на основі суден обмеженого плавання, які створювалися для експлуатації з заходом на внутрішні водні шляхи колишнього СРСР. Відмінності у шляхових обмеженнях зводяться до зменшення габаритної довжини та надводного габариту. Це дає можливість зберегти підвищені вантажні комінгси, що забезпечує великий об'єм трюмів та полегшує виконання вимог до загальної міцності. Достатня видимість з ходового містка може бути забезпечена за рахунок застосування підйомної рубки або перенесення рубки в носову частину. В проєкті бажано застосувати «надповні» обводи корпусу та гвинто-кормові колонки у якості рушіїв, що потребує доопрацювання кормової частини, виходячи з вимог ефективної роботи колонок, як в умовах глибокої води, так і з малим запасом води під кілем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hordiienko O.L. Development of propulsion solutions for river-sea ships of the northern Black Sea [Текст] / O.L. Hordiienko, A.V. Pechenyuk // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment. – 2024. – No. 238(2). – P. 325-335.
2. Driving Dynamics of Inland Vessels. Vessel Behavior on European Inland Waterways and Waterway Infrastructure with Special Respect to German Waterways. Karlsruhe: BAW, 2016.
3. G.V. Egorov. Justification of main characteristics of river-sea dry-cargo vessels with extra-full hull forms [Текст] / G.V. Egorov, V.I. Tonyuk, A.G. Egorov, I.F. Davydov // Sustainable Development and Innovations in Marine Technologies – Proc. of 18th Int. Congress of IMAM (IMAM-2019). – Varna, Bulgaria, 9–12 September 2019. – P. 332–337.
4. Печенюк А.В. Аналіз стану проблеми проєктування рушійного комплексу «гребний гвинт-направляюча насадка» з оптимальними гідродинамічними якостями [Текст] / А.В. Печенюк, Т.Г. Стецюк // Вісник ОНМУ. – 2023. – № 70. – С. 21–33.

УДК 656.61.0:681.5.09 (043)

ПОХИБКИ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛУ В НАВІГАЦІЇ АВТОНОМНИХ СУДЕН

Волков О.М., к.т.н., доцент, Волкомор А.А., аспірант

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Автономні судна стають все більш актуальними в умовах розвитку технологій та необхідності оптимізації морських перевезень. Сучасні тенденції в суднобудуванні зосереджені на автоматизації та створенні суден, які можуть виконувати навігаційні завдання без прямого втручання людини. Це відкриває нові горизонти в галузі морської логістики, підвищує ефективність та знижує ризики, пов'язані з людськими помилками. Однією з

ключових складових функціонування автономних суден є навігаційні системи, які забезпечують точне позиціонування та прокладання курсу.

Навігація автономних суден значною мірою залежить від точності передачі сигналу між судном і навігаційними системами, такими як супутникові системи глобального позиціонування (GPS, ГЛОНАСС тощо). Будь-яка похибка в передачі цих сигналів може призвести до критичних помилок у курсі, що в свою чергу може викликати аварії або відхилення від маршруту. Тому надзвичайно важливо розуміти джерела та характер похибок сигналу, щоб забезпечити стабільну й точну навігацію.

Основні види похибок сигналу. Під час навігації автономних суден важливу роль відіграє якість і точність переданих сигналів. Однак існує низка факторів, які можуть спричинити похибки, що впливають на коректність передачі даних. Ці похибки можна поділити на дві основні категорії: похибки, викликані фізичними явищами, та технічні похибки, пов'язані з роботою самих навігаційних систем.

Похибки через фізичні явища:

1. Атмосферні умови
2. Вплив рельєфу на передачу сигналу

Похибки в системах навігації:

1. Неточності супутникових сигналів.
2. Геометричні похибки.

Технічні похибки та системні затримки. Технічні похибки є ще одним важливим джерелом відхилень у навігації автономних суден. Вони виникають через недоліки в роботі навігаційного обладнання, обмеження технологій, а також системні затримки в обробці та передачі даних. Дослідження та розуміння цих факторів допомагає зменшити ризик похибок і покращити ефективність навігаційних систем.

1. Неточності обладнання:
2. Затримки у передачі даних.
3. Втрата або спотворення сигналу:

Частотні збої та електромагнітні завади. У процесі навігації автономних суден важливу роль відіграє стабільність та чистота сигналу, що надходить від супутникових систем. Однак різні зовнішні фактори можуть спричиняти збої та завади в частотах, на яких працюють навігаційні системи. Частотні збої та електромагнітні завади можуть істотно впливати на точність передачі даних, тому їх розуміння та мінімізація є важливими завданнями для забезпечення безпечної роботи автономних суден.

1. Вплив сонячних спалахів та інших космічних явищ:
2. Інтерференція від інших суден та об'єктів:

Способи мінімізації похибок. З метою підвищення точності навігаційних даних і мінімізації впливу похибок сигналу використовуються різні технології корекції та фільтрації, а також додаткові системи, які допомагають покращити навігацію автономних суден.

Використання технологій корекції сигналу (SBAS, GBAS):

Фільтрування шумів.

Застосування додаткових сенсорних систем.

Висновок. Точність і надійність навігаційних систем є ключовими факторами безпеки та ефективності роботи автономних суден. Похибки, що виникають через фізичні явища, технічні недоліки та електромагнітні завади, можуть істотно вплинути на точність передачі сигналів, що, в свою чергу, створює ризики для безпеки судноплавства. Саме тому важливість постійного контролю та корекції похибок у системах навігації важко переоцінити.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алгоритмічні способи мінімізації похибок. Stud. URL: https://stud.com.ua/173215/tehnika/algoritmichni_sposobi_minimizatsiyi_pohibok.
2. Головна - Фізичний факультет. URL: <https://physics.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/pohybky.pdf>

3. Похибка GPS трекерів – Системи GPS моніторингу і контролю палива на всіх видах транспорту. Системи GPS моніторингу і контролю палива на всіх видах транспорту. URL: <https://gps-monitoring.com.ua/pogreshnost-gps-trekerov/>
4. Учасники проєктів Вікімедіа. Електромагнітна завада – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Електромагнітна_завада
5. DSpace :: ELAKPI :: Репозитарій КПІ ім. Ігоря Сікорського. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/72ad4f11-2d31-45d2-ba3e-1dbcdd621e89/content>.

УДК 656.61.052:528.94 – 027.236 (045)

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ НАВІГАЦІЙНИХ ПРОГРАМ

Буренко О.О., курсант гр. 1302, керівники **Васильєв Д.В.**, ст. викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Десь 20 років тому навігатори висміяли б ідею безпаперової навігації на великих океанських кораблях. Зрештою, століттями навігаційні паперові карти були серцем і душею судноплавства. Уявити, що настане день, коли їх більше не буде на борту, було не що інше, як блюзнірство. Однак неймовірно так сталося.

Перехід почався повільно з менших суден, таких як прогулянкові катери, буксири та яхти, починаючи з 1990-х років, коли Міжнародна морська організація (англ. International Maritime Organization, IMO) вперше прийняла стандарти ефективності для електронних карт (англ. Electronic Nautical Charts, ENC). З 01 січня 2011 року IMO зробила обов'язковим наявність електронно-картографічних та інформаційних систем (англ. Electronic Chart Display and Information Systems, ECDIS) для нових суден, побудованих після встановлення дат [1].

Основною функцією конвенційної навігаційної системи ECDIS є сприяння підвищенню безпеки мореплавства. ECDIS повинна бути здатною відображати всю офіційну картографічну інформацію, необхідну для безпечного та ефективного плавання, та дозволяти просто та надійно коригувати ENC [2]. Окрім підвищення безпеки навігації, ECDIS значно полегшує робоче навантаження навігатора завдяки своїм автоматичним можливостям, таким як планування маршруту, моніторинг маршруту, автоматичне обчислення ECDIS Training Assessment platform (ETA) та оновлення ENC. Крім того, ECDIS забезпечує багато інших складних функцій навігації та безпеки, включаючи безперервний запис даних для подальшого аналізу [3].

ECDIS використовує функцію глобальної системи позиціонування (GPS) для успішного визначення точок навігації. Слід також зазначити, що ECDIS відповідає положенням, встановленим IMO, і таким чином підвищує надійність системи електронних карт.

ECDIS – це, в основному, навігаційна інформаційна система, пов'язана з іншим навігаційним обладнанням, таким як GPS, гіроскоп, РАДАР, ARPA, ехолот тощо. ECDIS також містить і відображає інформацію, що міститься в інших навігаційних публікаціях, таких як таблиці припливів і напрямків плавання, а також містить додаткову морську інформацію, таку як радіолокаційна інформація, погода, умови льоду та автоматична ідентифікація судна. ECDIS як цифрова геоінформаційна система замінює традиційні морські карти.

Завдяки ECDIS навігаційній команді судна легше визначати місцезнаходження та отримувати напрямки за допомогою системи електронних карт. Переваги цих систем полягають у можливості включати більше інформації порівняно з іншими навігаційними інструментами для підвищення безпеки судноплавства. Але під час уникнення зіткнень ECDIS має доповнювати інше обладнання на містку, але не використовуватися як окреме обладнання. Якщо його використовувати без огляду на радарах і візуального огляду, це призведе до небезпечних наслідків.

Таким чином, перевагами використання ECDIS під час уникнення зіткнень є:

- зменшення навантаження на навігатора (оновлення карт і навігаційних видань, планування рейсу, вся інформація в «одних руках»);
- навігація в реальному часі покращує обізнаність про ситуацію в поєднанні з належним спостереженням;
- автоматичний моніторинг маршруту (попередження та індикація небезпеки для оператора, своєчасне прибуття);
- автоматичне керування треком (зменшує витрати на бункерування), якщо ECDIS підключено до автопілоту;
- прогноз спеціальних маневрів (прогнозований шлях, пробний маневр, режим стикування), визначення, де знаходиться простір для маневрування;
- наявність карти вночі без втрати нічного зору;
- доступ до додаткових інформаційних ресурсів.

Основним недоліком електронної діаграми є розмір екрану, хоча великі дисплеї понад 40 дюймів стають доступними. Мінімальний розмір дисплея для схваленої ECDIS становить 21 дюйм, що забезпечує приблизно шосту частину зони покриття традиційної паперової карти (рис. 2). Тому іноді краще використання друкованої копії плану проходу замість електронної.

Слід також зазначити, що надмірна довіра навігаторів до обладнання, яке, здавалося б абсолютно надійним, може привести до катастрофічних наслідків. Крім того, негативна сторона використання ECDIS при уникненні зіткнень полягає в тому, що положення цілей можуть бути неправильними в ECDIS, оскільки вона відображає цілі з Системи автоматичної ідентифікації (англ. Automatic Identification System, AIS), яка може не вказати правильне положення цілей, особливо, якщо такими цілями є невеликі судна. AIS автоматично відстежує розташування суден і статистику, відображаючи дані в реальному часі на екранах або ECDIS. Система AIS є вимогою Міжнародної конвенції з охорони життя людини на морі (SOLAS'74/88) для ідентифікації суден та їх позицій у зоні дії Служби руху суден (англ. Vessel Traffic Service, VTS) та у закритих морських водах [4]. AIS забезпечує зв'язок «судно-судно» через УКХ-радіоканали.

Ідентифікація цілей шляхом порівняння візуальних пеленгів цілі з ECDIS також може призвести до плутанини у випадку кількох цілей на безпосередній близькості. Оскільки позиції цілей в AIS можуть бути зміщені на кілька кабельтових або миль, візуальний пеленг може не збігатися з точними цілями.

Також не всі цілі можуть бути нанесені на ECDIS. Наприклад, рибальські човни, які не мають AIS, не будуть нанесені на ECDIS. Якщо AIS цілі вимкнено або AIS не працює, це також може призвести до плутанини.

Для покращення морської навігації використовуються засоби автоматичної радіолокаційної прокладки курсу (англ. Automatic Radar Plotting Aid, ARPA). ARPA обчислює курс, швидкість і найближчу точку підходу (англ. Closest Point of Approach, CPA) для відстежуваних об'єктів, допомагаючи уникнути зіткнення. ARPA автоматизує обробку радіолокаційної інформації, підвищуючи точність і дозволяючи стежити за кількома цілями одночасно [5]. Використовується як монітор для виявлення невеликих суден.

Сучасні судна часто використовують складне навігаційне програмне забезпечення, яке об'єднує різні джерела даних, допомагаючи в плануванні маршруту, уникненні зіткнень і відстеженні позицій в реальному часі [6]. У сучасності концепція е-Навігації використовується для інтеграції судових та берегових навігаційно-інформаційних систем. Інформацією обмінюються портові адміністрації, прикордонні служби, ВМС, судовласники, лоцманські служби та ін. [7].

Основні переваги та недоліки спеціалізованих навігаційних систем (CHC) узагальнено

Враховуючи вищенаведене, можна дійти висновку, що конвенційну систему ECDIS доцільно використовувати для прийняття рішення щодо маневру або для визначення наявності достатнього простору для наміченої дії, лише після того, коли цілі ідентифіковано. Але

необхідно ідентифікувати цілі також за допомогою інших надійних засобів, таких як радар і візуальне спостереження.

Навігаційні програми, засновані на інноваційних комп'ютерних технологіях, – це революційний крок вперед для океанської навігації, який значно скоротив витрати, зробив далекі рейси набагато ефективнішими та запровадило інновації, що рятують життя. Однак надмірна залежність безпаперової навігації від комп'ютеризованих рішень також пов'язана з обмеженнями та ризиками. Ці ризики можуть бути пов'язані з молодими мореплавцями на судні, яким можуть надмірно довіряти або недооцінювати важливість людського фактору. З іншого боку, зневажливі старші капітани можуть нехтувати тим, щоб бути в курсі техніки електронної навігації, або не використовувати пристрої належним чином. Завдання кожного члена екіпажу – сприймати нові інструменти такими, якими вони є, і робити свій внесок у забезпечення безпеки океанських подорожей для всіх учасників.

Неперервний розвиток передових технологій, таких як AIS та ECDIS, доступних сучасним морякам, демонструє невпинне прагнення суспільства до безпечнішої та ефективнішої морської навігації. Новітні навігаційні системи, підкріплені традиційними інструментами, такими як компаси, секстанти, морські радары, картплоттери, ехолоти тощо, керовані кваліфікованими навігаторами та офіцерами, гарантують, що судна можуть долати світові океани з точністю та максимальною безпекою. Такі фактори, як тип судна, цільове використання, бюджет і сумісність з існуючими системами, допомагають морякам вибрати найбільш підходящі навігаційні інструменти та обладнання [15].

В результатах проведеного дослідження та аналізу найбільш поширених навігаційних систем порушені далеко не всі актуальні проблеми їх використання. Перспективними напрямками дослідження суднових навігаційних систем є побудування моделей з прогнозуванням відмов суднових навігаційних систем та подальше їх вдосконалення засобами машинного навчання [16]. Розширити можливості навігаційних систем для аналізу величезних обсягів даних, виявлення закономірностей і прогнозування потенційних ризиків або заторів можливо шляхом інтеграції алгоритмів на основі штучного інтелекту (ШІ). Інтеграція ШІ може оптимізувати маршрути суден, покращити процеси прийняття рішень і надати цінну інформацію для ефективного управління рухом.

З появою автономних суден навігаційних систем потрібно буде адаптувати, щоб забезпечити їх інтеграцію в існуючі транспортні потоки. Навігаційних системи можуть містити такі функції, як дистанційний моніторинг, зв'язок з автономними суднами та механізми запобігання зіткненням, щоб забезпечити їхню безпечну навігацію поряд зі звичайними суднами. Оскільки навігаційні системи значною мірою покладаються на взаємопов'язані системи та обмін даними, надійні заходи кібербезпеки ставатимуть дедалі важливішими. Майбутні впровадження навігаційних систем будуть зосереджені на захисті конфіденційної інформації, запобіганні несанкціонованому доступу та вирішенні потенційних кіберзагроз. У подальшому, навігаційні системи, ймовірно, інтегруватимуться з іншими компонентами інфраструктури розумного порту, такими як автоматизовані крани, інтелектуальні причали та системи управління логістикою. Ця інтеграція забезпечить безперебійну координацію та оптимізацію руху суден у ширшому контексті операцій розумного порту.

В результаті зазначених підходів можливо запобігти відмовам навігаційних систем суден та досягнути зменшення ймовірності виникнення зіткнень суден та інших небезпечних ситуацій для підвищення безпеки на морі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Electronic Nautical Charts (ENC) and Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS) / International Maritime Organization (IMO). URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/ElectronicCharts.aspx> (Last accessed: 19.01.2024).

2. Вагущенко Л. Л., Вагущенко О. О. Суднові навігаційно-інформаційні системи : навч. посіб. 3-тє вид. Одеса : Нац. ун-т «Одеська морська академія», 2016. 238 с.
3. Bhattacharjee S. What is Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)? Marine Navigation. Publ. April 18, 2021. URL: <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-is-electronic-chart-display-and-information-system-ecdis/> (Last accessed: 19.01.2024).
4. IALA-MAMC. Міжнародна асоціація навігаційного забезпечення мореплавства і маякових служб. Керівництво IALA-MAMC № 1028 щодо Автоматичної ідентифікаційної системи (AIS). Т. 1, Ч. I. Експлуатаційні питання. Видання 1.3. Грудень 2004 р. URL: https://hydro.gov.ua/dl/iala/ua/1028_Guideline_December_2004_Ukr.pdf (дата звернення: 19.01.2024).
5. Navigating Waters Safely with Automatic Radar Plotting Aid (ARPA). URL: <https://marine-courses.com/2023/08/navigating-waters-safely-with-automatic-radar-plotting-aid-arpa.html> (Last accessed: 19.01.2024).
6. Vorokhobin I., Zhuravska I., Burmaka I., Kulakovska I. Analysis of the error distribution density convergence with its orthogonal decomposition in navigation measurements. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 2090 (1), no. 012126. P. 1–8. DOI: 10.1088/1742-6596/2090/1/012126.
7. Мельник О. М., Онищенко О. А., Васалатій Н. В., Корякін К. С., Пуляєв І. О., Щенявський Г. С. Технології інформаційної взаємодії у процесі підвищення безпеки мореплавства. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. 2022. Т. 33 (72), № 4. С. 260–265. DOI: 10.32838/2663–5941/2022.4/39.
8. Qi J., Guo R., Wang X., Zhang H. Research on risk long range identification for vessel traffic dynamic system. *Journal of Physics: Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017. Vol. 231, no. 012166. DOI: 10.1088/1757-899X/231/1/012166.
9. Guide to Vessel traffic management system (VTMS). Publ. June 04, 2023. URL: <https://theseaholic.com/guide-to-vessel-traffic-management-system-vtms/> (Last accessed: 19.01.2024).
10. Valčić S., Mrak Z., Gulić M. Analysis of advantages and disadvantages of existing maritime communication systems for data exchange. *Pomorstvo : Scientific Journal of Maritime Research*. 2016. Vol. 30. P. 28–37. DOI: 10.31217/p.30.1.4.
11. IALA-MAMC. Міжнародна асоціація навігаційного забезпечення мореплавства і маякових служб. Керівництво IALA-MAMC з навігаційного забезпечення мореплавства „IALA Navguide” № 1033. Видання 5-те. 2006. 189 с. URL: https://hydro.gov.ua/dl/iala/ua/navguide_2006_final_version.pdf (дата звернення: 19.01.2024).
12. Коновец В. І., Плешко Е. А., Шишкін О. В. Забезпечення стійкої роботи супутникової навігації на морі. *Судноводіння*. 2023. № 34. С. 66–78. DOI: 10.31653/2306-5761.34.2023.66-78.
13. FURUNO. Operator’s Manual. Automatic Tracking AID. Model ARP-17. Nishinomiya, Japan : Furuno Electric Co., 2017. 20 p. URL: <https://silo.tips/download/automatic-tracking-aid> (Last accessed: 19.01.2024).
14. П’ятаков Е. Н. Основи радіолокаційної та супутникової навігації : навч. посіб. Херсон : Олді+, 2019. 226 с.
15. ДСТУ EN 62388:2019 (EN 62388:2013, IDT; IEC 62388:2013, IDT). Обладнання та системи морської навігації й радіозв’язку. Радіолокаційні суднові станції. Експлуатаційні вимоги, методи випробувань та необхідні результати випробувань [Чинний від 2020-01-01].
16. Маранов О. В. Прогнозування відмов судових навігаційних систем з використанням методів машинного навчання. *Системи управління, навігації та зв’язку*. 2023. № 3. С. 37–40. DOI: 10.26906/SUNZ.2023.3.037.

ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДНІХ ВЕЛИЧИН В НАВІГАЦІЇ. НЕРІВНІСТЬ КОШІ

Галушко Ю.О., курсант гр. 1303, керівники Васильєв Д.В., ст. викладач,

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Середнє арифметичне – це сума всіх потрібних значень чисел поділена на їх кількість. Середнє геометричне – це корінь з добутку деяких додатніх чисел, степінь якого дорівнює кількості цих самих чисел. Середнє гармонійне – це один із способів, яким можна зрозуміти середню величину деякого набору чисел. Середнє квадратичне - це корінь з суми квадратів членів поділеної на кількість цих самих членів.

Нерівність Коші

Середнє арифметичне більше ніж середнє геометричне

$$\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} \geq \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \dots a_n}$$

$$a \geq 0; a_2 \geq 0 \dots a_n \geq 0$$

Рівність: коли $a_1 = a_2 = \dots = a_n$

Зв'язок між середніми величинами та вивід середніх величин

$$\text{Вивід середніх величин Число } S_p = \left(\frac{a_1^p + a_2^p + \dots + a_n^p}{n} \right)^{\frac{1}{p}}$$

$S_p \geq S_q$
при
$p \geq q$

є середнім степеневим чисел $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ порядку p Якщо $p = -1$, то число (середнє гармонійне) $p=0$ (середнє геометричне) $p=1$ (середнє арифметичне) $p=2$ (середнє квадратичне)

Використання середніх величин у навігації

Табл.1 Вибірка значень

$B_1 = 214,8^\circ$	$B_6 = 214,8^\circ$
$B_2 = 215,0^\circ$	$B_7 = 218,4^\circ$
$B_3 = 216,2^\circ$	$B_8 = 215,3^\circ$
$B_4 = 216,8^\circ$	$B_9 = 216,0^\circ$
$B_5 = 214,5^\circ$	$B_{10} = 214,2^\circ$

Визначити та виключити промахи, середнє значення B та його похибку.

Виконання завдання згідно методів методичних матеріалів

Теоретичний промах: $B_7 = 218,4^\circ$ Розмах: $R = x_{\max} - x_{\min} = B_4 - B_{10} = 216,8^\circ - 214,2^\circ = 2,6^\circ$ $x' - x'' = B_7 - B_4 = 218,4^\circ - 216,8^\circ = 1,6^\circ$ Перевірка приналежності x' до промаху: $|x' - x''| > Q \times R$.З Таблиці Q -критерій – для $n = 9$; $Q = 0,56$; $Q \times R = 1,46$.

$$|1,6| > 1,46; B_7 - \text{промах} \quad B_0 = \frac{\sum B_i}{9}$$

Табл.2 Розрахунки завдання

№	B_i	$V_i = B_i - B_0$	V_i^2	№	B_i	$V_i = B_i - B_0$	V_i^2
1	$214,8^\circ$	-0,49	0,239012	6	$214,8^\circ$	-0,49	0,239012
2	$215,0^\circ$	-0,29	0,083457	7	$215,3^\circ$	0,01	0,000123
3	$216,2^\circ$	0,91	0,830123	8	$216,0^\circ$	0,71	0,505679
4	$216,8^\circ$	1,51	2,283457	9	$214,2^\circ$	-1,09	1,185679
5	$214,5^\circ$	-0,79	0,622346		$B_0 = 215,3^\circ$	$\sum V_i = 0,00$	$\sum V_i^2 = 5,9889$

Розраховуємо СКП одиничного виміру за формулою Бесселя: $mB(i)=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V^2}{n-1}}$;

$$mB(1)=\pm\sqrt{\frac{5,9889}{9-1}} = \pm 0,86^\circ$$

Розраховуємо СКП одиничного виміру по размаху: $mB(i)=\pm\frac{m_{max}-m_{min}}{\sqrt{n}}$;

$$mB(1)=\pm\frac{216,8-214,2}{\sqrt{9}} = \pm 0,86^\circ$$

Близькість значень СКП по виміру розмаху і одиничного виміру є перевіркою правильності розрахунків.

Розраховуємо СКП середньо арифметичного: $m_0 = \pm\frac{m_x(1)}{\sqrt{n}}$; $m_0 = \pm\frac{0,86}{\sqrt{9}} = \pm 0,29^\circ$

Для P=95% c=1,96

$$c \times m_0 = 1,96 \times 0,29 = \pm 0,6^\circ$$

Відповідь: $215,3^\circ \pm 0,6^\circ$

Виконання завдання авторським методом:

Мій метод полягає в спрощенні деяких розрахунків без значної втрати точності. Перше що пропонується замінити в цьому методі – це визначення промаху. У методичних матеріалах визначають промах перевіркою найбільш ймовірних промахів, але у цьому методі є великий мінус при опрацюванні великої вибірки, бо потрібно буде перевіряти кожний елемент або є ризик втратити точність вимірювання. У своєму методі я пропоную замінити індивідуальну перевірку – загальною, за допомогою середніх величин.

Знаходимо середнє значення за всією вибіркою:

Знаходимо різницю між кожним елементом та вибіркою = Ві-Середнє. Отримане ми беремо до квадрату

Робимо перевірку, потрібно щоб сума Ві-Середнє = 0

Знаходимо СКП одиничного виміру: $mB(i)=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V^2}{n-1}}$; $mB(1)=\pm 1,21^\circ$

Знаходимо інтервал у якому лежить Ві, $min \leq Vi \leq max$:

$min = \text{Середнє} - \text{СКП один. виміру} = 214,39$

$max = \text{Середнє} + \text{СКП один. виміру} = 216,8$

Табл.3 Розрахунки іншим методом

Ві	Середнє	Ві-Середнє	(Ві-Середнє)^2	Сума (Ві-Середнє)^2	Перевірка	СКП один. виміру
218,4	215,6	2,8	7,84	14,7	0,00	1,212435565
214,8		-0,8	0,64			
215		-0,6	0,36			
216,2		0,6	0,36			
216,8		1,2	1,44			
214,5		-1,1	1,21			
214,8		-0,8	0,64			
215,3		-0,3	0,09			
216		0,4	0,16			
214,2		-1,4	1,96			

Робимо перевірку елементів, які належать або не належать інтервалу: $V1 = 218,4(\text{промах}); V10 = 214,2(\text{промах})$

Відповідь: $215,4^\circ \pm 0,5^\circ$

Табл.4 Остаточні розрахунки іншим методом

Ві, які входять до інтервалу	Середнє	Ві- Середнє	(Ві- Середнє)^2	Сума (Ві- Середнє)^2	Перевірка	СКП один. Виміру
ЛОЖЬ	215,425	-0,625	0,390625	4,655	0,00	0,762807315
214,8		-0,425	0,180625			
215		0,775	0,600625			
216,2		1,375	1,890625			
216,8		-0,925	0,855625	СКП серед. ариф.	с	с*m0
214,5		-0,625	0,390625	0,254269105	1,96	0,498367
214,8		-0,125	0,015625			
215,3		0,575	0,330625			
216						
ЛОЖЬ						

Висновки порівняння

Як ми можемо побачити після порівняння, то заміна індивідуальної перевірки на промах кожного елемента вибірки на загальну за допомогою середніх величин спростило розв'язання, та не має втрати у точності. У методі з методичних матеріалів отримали результат у межах : $215,3^\circ \pm 0,6^\circ$, в той час як авторський метод показав: : $215,4^\circ \pm 0,5^\circ$. Тобто, верхня межа залишилися незмінною, а нижня стала меншою на 0,2 або на 0.1%. Авторський метод доцільно використовувати, коли маємо справу з великою вибіркою і вручну не зручно та не ефективно перевіряти кожний член, але для вибірок з відносно малою кількістю елементів все ж таки краще використовувати метод с навчальних матеріалів

ВИСНОВКИ

Детально дослідивши тему середніх величин та з'ясувавши яке з них є найбільшим (середнє квадратичне), та яке є найменшим (середнє гармонічне), з'ясувавши де використовуються середні величини і ще багато чого нового, я зміг глибше зрозуміти цю тему. Також з моєї роботи можна зробити висновки, що тема середніх величин не закінчується лише середнім арифметичним, а є дійсно великою та потрібною. Її важливість у роботі була показана на прикладі навігації, де було доведено, що велика частина величин, якими оперують безпосередньо під час роботи на судні або з судном є середнім. Саме для більш точних та безпечних результатів потрібно і далі розвивати цю тему.

ЛІТЕРАТУРА

1. Худякова Л.К. Статистика : навчальний посібник для дистанційного навчання. URL: <https://studfile.net/preview/7097387/page/27/> (дата звернення: 12.01.2024).
2. Галушко Ю.О. Середні величини. Нерівність Коші(рукопис(16ст.)). URL: <http://surl.li/bhllo>.
3. Галушко Ю.О. Середні та середньо зважені величини. Нерівність Коші (рукопис (31ст.)). URL: <http://surl.li/bhllo>.
4. Астайкін Д.В., Сікірін В.Є., Ведерников О.М. Математичні основи судноводіння. Методичні вказівки для виконання практичних робіт URL: <https://classroom.google.com/u/0/c/NjQ1MTIwNzk2NzEw/m/NjQ1MTI2Mzc0MDM3/detail?s?hl=ru>(дата звернення: 15.01.2024).
5. В.Г. Алексишин, А.Д. Пипченко, А.В. Алексишин. "Математическая статистика и теоретические основы судовождения". Курс лекций (дата звернення: 15.02.2024).
6. Огюстен-Льюї Коші // Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D2%91%D1%8E%D1%81%D1%82%D0%B5%D0>

УДК 528.92

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ Е-НАВІГАЦІЇ

Голодов М.Ф., к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Мореплавання завжди передбачає ризики через високий рівень аварійності. Причини аварій різні – навігаційні помилки, недостатня точність або відсутність інформації про надводну обстановку, «людський фактор», помилки розрахунку остійності і непотоплюваності судна, нерідко, домінуюча сила водної стихії. Зі збільшенням водотоннажності і розмірів судна, інтенсивності руху суден морськими шляхами ризик аварії зростає багатократно. Тому сучасне судноплавання неможливо без постійного розвитку і вдосконалення технологій електронної навігації [1].

Актуальність теми статті. Е-навігація (e-navigation) визначає стратегічне бачення морських електронних навігаційних систем і відповідних допоміжних берегових служб, яке засноване на потребах судноводіїв та інших користувачів. Концепція електронної навігації містить у собі використання і інтеграцію всіх доступних навігаційних інструментів з метою забезпечення більше високого рівня безпеки і запобігання аварійних подій на морі. Реалізація концепції е-навігації забезпечує одночасно істотну експлуатаційну ефективність і результуючу комерційну вигоду. Е-навігація знаходиться у постійному розвитку і об'єднує в собі використання нових технологій у структурованому виді і гарантує їх сумісність і використання з різними електронними навігаційними та комунікаційними технологіями і службами, які доступні мореплавцям.

Постановка задачі. На даний час за результатами вдосконалення системи е-навігації три головні аспекти е-навігації, - електронні навігаційні карти (ENC), концепція PNT (позиціонування, навігація, тюнінг) та комунікація, - були доповнені ще кількома концепціями та інструментами. Основні з них представлені на схемі нижче (рис.1).

Накладення морської інформації

Накладення морської інформації (MIO – Marine information overlays) – це загальний термін, який використовується для опису картографічної та навігаційної інформації, яка доповнює мінімальну інформацію, що визначена Міжнародною морською організацією (IMO) для електронних картографічних систем (ECDIS).

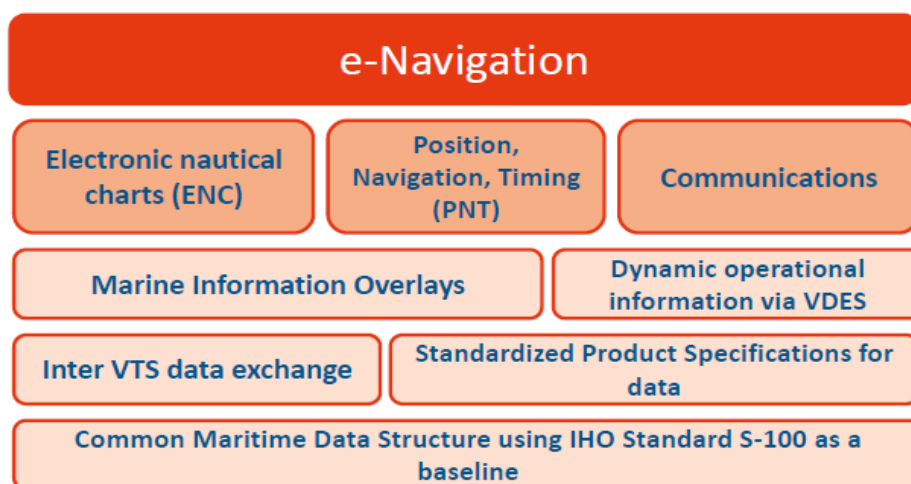


Рис.1. Концепції і інструменти е-навігації [4]

Інструментарій МІО концептуально реалізується Комітетом Цифрових технологій Міжнародної асоціації навігаційного забезпечення мореплавства (IALA DTEC) у рамках співробітництва з Міжнародною гідрографічною організацією (ІНО).

Інформація може бути у формі статичної інформації, а також динамічної інформації, критичної за часом, яка транслюється VDES (система обміну даними - VHF data exchange system).

Приклади шарів інформації МІО, які реплікуються в ECDIS у формі точок, ліній або багатокутників, наступні [2]:

Статична інформація

Морські райони, що охороняються.

Райони розташування морського льоду.

Райони управління та реагування на надзвичайні ситуації.

Батиметрія та фіксовані небезпеки.

Динамічна інформація (через VDES)

Дані про судно та рейс.

Глибини під кілем

Морські сигнали руху.

Повідомлення про райони для мореплавців.

Небезпечний вантаж

Статус засобів навігаційного обладнання

Обмін даними між VDES та VTS

Обмін даними між VDES та VTS (Inter VTS data exchange) визначає, коли динамічна оперативна інформація транслюється через Систему обміну даними VHF (VDES).

Нещодавні розробки сприяли використанню чотириканальних пристроїв AIS, а також наземних та супутникових каналів завантаження даних.

Керівництво з обміну даними VTS та відображення інформації VTS представлено у публікації IALA «Служба формату обміну між VTS» та публікації G1105 «Гармонізація берегових даних з інформацією, пов'язаною з електронною навігацією» [3].

У рамках розвитку електронної навігації Міжнародна гідрографічна організація (ІНО) створила реєстр геопросторової інформації (GI), а стандарт S-100 визначає вимоги до моделювання навігаційних карт та пов'язаної з цим інформації. ІНО представила концепцію специфікацій продукту (S-100) як уніфіковані правила включення різних груп даних. Це сприяє обміну та користуванню навігаційною інформацією.

У той же час IALA є розробником та власником домену специфікацій S-200, наприклад, AtoN – засоби навігаційного обладнання (S-201), обміну інформацією VTS (S-210) та додатку спеціальних повідомлень (S-230) .

IALA активно займається створенням керівних принципів та рекомендацій для стандарту S-200 і послуг для сприяння їх технічній сумісності, гармонізації, а також забезпеченням безпечного, надійного та ефективного обміну морською інформацією.

Загальна структура морських даних

Загальна структура морських даних (Common Maritime Data Structure – CMDS) – це платформа для гармонізованого обміну даними та ефективного з'єднання всіх зацікавлених сторін у глобальному процесі морських перевезень. Це є ключовим компонентом е-навігації.

Реалізація CMDS вимагає автоматизованої стандартизованої системи обміну даними між береговими та судовими технічними системами.

Стандартизований обмін даними вимагає стандартизованої моделі даних, тобто стандартизованих специфікацій продуктів ІНО і IALA, наприклад, S-100, S-200.

Міжнародна гармонізація систем для забезпечення узгодженого надання технічних послуг включає:

- стандартизовані формати обміну даними;
- концепцію загальної морської системи даних CMDS;
- передачу даних;

- зовнішні системи, такі як GNSS;
- берегові служби та додатки e-Navigation;
- інтегровану навігаційну систему (INS);
- суднові датчики та додатки.

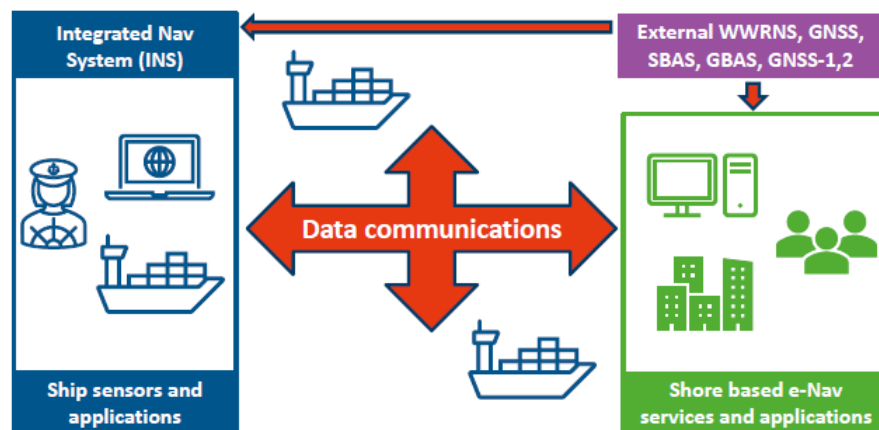


Рис.2. Гармонізована система обміну даними [4]

Загальна структура морських даних (CMDS) має гармонізувати обмін даними. На схемі вище (рис.2) надається концепція, що показує, як берегові та суднові системи гармонізуються за допомогою застосування загальних систем, включаючи зовнішню корекцію даних, для всіх суден та берегових зацікавлених сторін

Висновки. Таким чином, е-навігація, яка включає множинність навігаційних систем і обладнання, буде продовжувати розвиватися, також як і варіювання ступеня ефективності. Е-навігація надає можливість оптимізувати актуальні зміни та забезпечити фокусування майбутніх змін на глобальному підході до безпечної навігації від порту до порту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Морська доктрина України на період до 2035 року (у редакції 18 грудня 2018 р. № 1108). Верховна Рада України : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-%D0%BF>
2. Гармонізація берегових даних з інформацією для електронної навігації. Керівництво IALA G 1105: електронний ресурс <https://iala-aism.org/product/g1105>
3. Веб-сервіси, що базуються на передачі даних S-100. Керівництво IALA G1157: електронний ресурс: <https://iala-aism.org/product/g1157>
4. Technical aspects of e-navigation L1.1 – lecture 28, IALA World Wide Academy. / електронний ресурс: <https://iala-aism.org>
5. Універсальна модель гідрографічних даних S-100: електронний ресурс https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-100/S-100_5.0.0_Final_Clean_Web.pdf

УДК 629.5.052.3-52-049.5

ЕФЕКТИВНІ СПОСОБИ КОНТРОЛЮ ГЛИБИНИ АКВАТОРІЇ

Дворецький В.О. к.т.н., доцент кафедри судноводіння

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

За останні роки у функціонуванні супутникової навігаційної системи GPS відбулися серйозні якісні зміни. Облік диференціальних поправок, що визначаються за допомогою берегових контрольно-коригувальних станцій (ККС), вдосконалення технології обробки результатів вимірювань і перехід від вимірювання часу запізнювання кодованого сигналу до

фазових вимірювань на несучій частоті дозволили підвищити точність визначення тривимірних координат до одиниць см [1, 2, 3, 4]. Такі по суті революційні зміни в точності визначення тривимірних координат повністю задовольняють найвищим вимогам стандартів Міжнародної гідрографічної організації [5] і розширюють можливості використання системи GPS в гідрографії.

До сих пір система GPS використовувалася тільки для визначення планових координат місця судна або берегового опорного пункту. Останнім часом в зарубіжній пресі широко обговорюється питання про нетрадиційне її використання в гідрографії. А саме використання вертикальної координати, виміряної GPS, для спостереження за рівнем моря і для визначення поправок до виміряних глибин. Так, фахівцями Канади і США були проведені спеціальні випробування в порівнянні показань компенсатора хвилювання ТСС 335в і приймачів GPS Novatel 951 і Ashtech Z-XII, встановлених на Гісу [6]. Результати вимірювань висотної координати за допомогою GPS піддавалися подальшій обробці за спеціальними програмами PNAV і HPM, заснованим на технології дозволу багатозначності «On the fly» (OTF), і порівнювалися з одночасними показаннями компенсатора хвилювання. Випробування показали, що розбіжності показань приладів оцінюються середньої квадратичної похибкою (СКП), що дорівнює 10 см.

Алгоритм обробки результатів вимірювань висотної координати з допомогою GPS передбачає визначення її середньозваженого значення шляхом усереднення за 100 з і прив'язки до середини 100-секундного періоду.

Поправка, враховується тільки тоді, коли середнє значення максимальних відхилень висотної координати за 100-секундний період перевищить задане значення, встановлене Користувачем.

Обчислення поправки виконувалося в режимі подальшої обробки. Однак, в ході випробувань була також відпрацьована програма обробки в реальному часі. При аналізі результатів випробувань було встановлено, що значення H повільно змінюється в часі, відображаючи зміна рівня моря.

З метою використання GPS для визначення поправок до глибин аналізується точність визначення координат місця з використанням GPS. Так, Японські гідрографи провели випробування з використанням технології визначення координат RTK (Real-time kinematic) GPS і пристрою, що моделює переміщення судна на хвилі (вертикальна качка). СКП визначення поправки за вертикальну качку склала 2-3 см +2% S , де S — відстань (база) до ККС (базової станції) [2]. Аналогічні результати отримані новозеландськими вченими, а саме СКП поправки 2-3 см [7]. Для згладжування окремих відхилень даних пропонується виміряні дані апроксимувати кубічним сплайном. Розроблено програмне забезпечення реального часу для визначення поправки за вертикальну качку.

Спільними зусиллями американських і канадських вчених були проведені випробування з визначення можливості спостереження за коливаннями рівня моря з використанням GPS [8]. Випробування проводилися шляхом порівняння результатів спостережень за рівнем моря трьома способами:

- за допомогою урівненої рейки, закріпленої на пірсі;
- за допомогою приймача GPS Trimble 400 SSE, встановленого на борту Гісу, що стоїть біля пірсу;
- за допомогою закріпленої на борту Гісу рейки, спостереження за якою велися нівеліром з берега.

Результати даних, отриманих різними способами, приводилися до нуля глибин і порівнювалися попарно. Середнє квадратичне розбіжність даних склало 2 см. Відзначається, що така висока точність може бути отримана тільки на відстані від ККС 10-15 км. наведені дані по точності визначення висоти рівня моря підтверджуються аналогічними дослідженнями, проведеними в Новій Зеландії [7]. Серйозним недоліком високоточних вимірювань висотної координати з використанням GPS була невелика робоча зона з базою, рівною 10-15 км. Французькі вчені розробили нову технологію вимірювань та обробки інформації GPS Long

Range Kinematics (lrk) [1]. Проведені випробування цієї технології показали наступні результати:

- робоча зона 40 км;
- СКП планових координат - 1 см;
- СКП висотної координати щодо земного еліпсоїда - 2 см. одночасно нова технологія дозволила скоротити час первісної обробки вимірної інформації, пов'язаної з дозволом багатозначності з 4-6 хв до 14-27 с.

Іншим шляхом пішли канадські вчені. З метою розширення робочої зони при визначенні координат за допомогою GPS під час зйомки на річці Святого Лаврентія (Канада) ними був випробуваний багатобазовий варіант роботи GPS [4]. Він полягає в тому, що для визначення поправок до псевдорозстоянь використовується не одна базова станція, а ціла мережа з декількох станцій. Програмне забезпечення було розроблено університетом Калгарі. В результаті проведеного дослідження встановлено, що багатобазовий варіант дозволяє вимірювати координати з сантиметровою точністю при значно більших відстанях між базовими станціями, ніж при використанні OTF технології. Це значно знижує матеріальні витрати на розгортання мережі базових станцій при зйомці акваторій великої протяжності.

За прогнозом норвезького вченого Арне Індрид, в найближчі роки можна буде вимірювати Тривимірні координати за допомогою GPS з точністю до 10 см на відстані від базової станції до 200 і навіть до 1000 км [3].

Продовжує вивчатися питання про використання технології RTK GPS при визначенні поправок за рівень моря [2, 7, 9, 10]. Відзначаються переваги цього способу перед традиційним способом:

- висока точність вимірювань;
- можливість визначати і враховувати поправки в реальному часі;
- немає необхідності вести спостереження за рівнем моря на урівнених постах в ході зйомки;
- миттєвий рівень моря вимірюється безпосередньо і одночасно з вимірюванням глибини ехолотом, тоді як при традиційному способі він розраховується при подальшій обробці методом прогнозування або інтерполювання; облік впливу на рівень моря місцевих умов (атмосферного тиску, сгінно-нагінних явищ і т.п.).

У розглянутих випадках використання GPS в гідрографії передбачається роздільне визначення та облік поправок за рівень і вертикальну хитавицю суду. Насправді вони обидві викликаються коливаннями рівня моря спільно, роздільне визначення зазначених поправок веде до додаткових похибок [7]. Пропонується визначати їх за допомогою GPS спільно і обчислювати за формулами:

$$Z = \Delta Z_y - Z_y,$$

де Z — виправлена глибина;

ΔZ_y — поправка за рівень і вертикальну качку спільно;

Z_y — глибина щодо миттєвого рівня.

$$\Delta Z = H_{GPS} - H_A + \Delta Z_B + H_{нг},$$

де H_{GPS} — висота антени GPS над земним еліпсоїдом, вимірюється за допомогою GPS; H_A — висота антени GPS над вібратором ехолота; ΔZ_B — поглиблення гідроакустичного вібратора ехолота; $H_{нг}$ — висота нуля глибин над еліпсоїдом. Відзначається, що для реалізації розглянутого способу визначення поправки за рівень необхідно знати розподіл $H_{нг}$ в районі зйомки. Новозеландськими гідрографами зроблена спроба перейти до практичного використання нового способу визначення поправки за рівень [9]. Так, при проектуванні Гідрографічного катера для зйомки внутрішніх водних шляхів складовою частиною проекту була розробка програмного забезпечення автоматизованої гідрографічної системи (АГК). До нього увійшли програми виправлення глибин поправками за рівень з використанням технології RTK GPS. При цьому формули виправлення глибин поправкою за рівень аналогічні наведеним вище, програма Kinematic tidal datum (KTD) забезпечує обчислення ннг квадратах на весь район зйомки. Це дозволить в залежності від місця катера вибирати з пам'яті ЕОМ відповідне значення

Ннг і використовувати для застосування вимірних глибин до нуля глибин. Труднощі визначення Ннг може бути викликана нелінійністю розбіжності поверхонь нуля глибин і еліпсоїда. Для оцінки характеру розбіжності цих поверхонь поблизу міста Данідін (Н.Зеландія) було визначено розбіжність поверхонь геоїда і еліпсоїда. Він виявився рівним 7,77 см/км [11]. Такий розподіл (Ннг) дозволяє використовувати GPS для визначення поправок тільки при зйомці в невеликих акваторіях. При акваторіях протяжністю до 25 км необхідно розраховувати модель поділу Ннг. Ще один напрямок використання GPS досліджували голландські гідрографи [12]. Йдеться про визначення величини просідання судна або катера на мілководді. До теперішнього часу поправка за просідання обчислювалася за формулою, похибка якої ніхто не досліджував. Пропонується замінити обчислення просідання судна безпосереднім її вимірюванням за допомогою GPS. Можливість перевірена експериментально. Для контролю точності визначення поправки використовувалася система Polartrack, що представляє собою лазерний теодоліт-далекомір, автоматично вимірює Тривимірні координати рухомого об'єкта з сантиметровою точністю. Експеримент проводився на Гісу і промірному катері на різних швидкостях і показав можливість визначення поправки за просідання за допомогою GPS з точністю 2 см. Виявлено цікаве явище. При підвищенні швидкості катера на певному її рівні просідання перестає рости і починає зменшуватися. Це означає, що катер починає глиссировать.

Цікавий досвід провело Національне управління по океану і атмосфері США. У гирлі річки Сент-Джон (Затока Кеннебікейсіс) [8] на судні було виконано шість галсів довжиною 6 км уздовж гирла річки по одній і тій же лінії (по три галси туди і назад). На борту судна був встановлений приймач GPS Ashtech I-XII, що працює на одній частоті, з метровою точністю визначення координат. Для підвищення точності при подальшій обробці використовувалася програма PNAV, яка дозволила довести точність вимірювань до одиниць см. В результаті вимірювань були отримані графіки зміни висоти рівня річки вздовж галсів. Осереднення їх прямою лінією дозволило отримати ухил рівної поверхні з високою точністю. СКП, розрахована за ухиленнями від осередненій прямої, склала 2 см. Цей факт відкриває можливість визначення за допомогою GPS миттєвого профілю рівня річки.

Таким чином, в найближчому майбутньому більшість поправок до вимірних глибин можна буде вимірювати безпосередньо за допомогою GPS з використанням передової технології автоматизованої обробки. Це дозволить визначати поправки в реальному часі, підвищить рівень автоматизації зйомки рельєфу дна, її якість, зменшить обсяг і вартість гідрографічних робіт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Guonon R., Erceau F. The LRK Real-time kinematic technique for a centimeter accuracy domain up to 40 km // The Hydrographic Journal. N 88. 1998. P. 3-6.
2. Akio Uchida. Application of vertical GPS positioning on shipboard. // The International hydrographic review. Vol. 2. N 2. 2001. P. 89-96.
3. Arne Indreeide, Depth reference offshore by GPS // Hydro International. April. 2000. P. 65.
4. Luize P. Fortes, Jerard Lachapelle, M. Elizabeth Canon, Sam Ryan et al. II Use of a multi-reference GPS station Network for precise 3D positioning in constructed waterways // The International hydrographic review. Vol. 3. N 1. 2000. P. 15-27.
5. IHO Standards for hydrographic surveys. Special publication № 44. Monaco. 1998. P. 24.
6. Kieland P., Hugglund J. Using DGPS to measure heave motion of hydrographic survey vessels // The International hydrographic review. Vol. LXXII (1). 1995. 84-89.
7. Scarfe B. Measuring water level corrections (WLC) RTK GPS // The Hydrographic Journal. 104. 2002. P. 17-22.
8. Delineation of tidal datum and water surface slopes with the GPS / Stephen de Loach, Dave wells, Dave Dodd et al. Proceeding of the sixth biennial National Ocean service international hydrographic conference. 1994. P. 214-221.
9. Surveying inland waterways. A customized automated hydrographic system for inland waterway // Hydro international. July, august. 2001. 44-46.

10. Javier de Solas. RTK GPS in hydrographic applications // Hydro international. April. 2002.
11. Kirk J. P. The determination of a Geode ellipsoid separation over the Dunedin region // Honors dissertation bachelor of survey. Otago university. 2000.
12. Elema L. A., Kvanten M. C Determining squat for the hydrographic vessels of Royal Netherlands Navy using GPS - OTF techniques // The Hydrographic Journal. N 93. 1999. P. 3-7.

УДК 656.61.052.4:004,9-043,2(045)

ВПЛИВ ДИДЖИТАЛІЗАЦІЇ НА СУДНОВОДІННЯ

Дорофєєв М.В., аспірант, **Астайкін Д.В.**, к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. Теперішній час можна охарактеризувати швидким розвитком інформаційних та цифрових технологій, використання яких у вирішенні побутових завдань може зекономити час, енергію та матеріальні ресурси. Схожі покращення вже сьогодні добре помітні у показниках багатьох бізнес-проектів у різних галузях праці – використання сучасних досягнень науки сприяє оптимізації діяльності працівників, підвищенню ефективності та продуктивності їх праці, що має позитивний вплив на діяльність та матеріальний стан компаній у цілому.

Судноплавство також поступово впроваджує використання сучасних технологій для оптимізації та поліпшення процесу праці, прискорення виконання завдань, покращення безпеки та зменшення негативного впливу людського фактору при прийнятті рішень. Це стосується не лише діяльності на суднах чи в офісах судноплавних компаній – багато портів у різних куточках світу також використовують найсучасніші досягнення у цифровій галузі, що дозволяє не лише виконати потрібний обсяг праці, а й покращити показники та подолати труднощі при вирішенні надскладних завдань.

Актуальність теми. Диджиталізація – процес переведення різноманітної інформації у всіх її формах (текстовій, звуковій чи графічній) у цифровий формат, зрозумілий сучасним гаджетам (комп'ютерам, планшетах чи смартфонах). Цей процес відкриває безліч можливостей для навчання та роботи. Саме завдяки диджиталізації ми маємо змогу обробляти будь-яку інформацію у величезних обсягах, що значно допомагає у виконанні робочих завдань і суттєво скорочує необхідний час на прийняття рішень та прискорення роботи людини [1].

Опис та обґрунтування використання сучасних інформаційних та цифрових технологій, а також подальший розвиток у цьому напрямку для судноводіння є актуальною задачею.

Постановка задачі. У судноводінні процес впровадження диджиталізації також відбувається доволі стрімко – велика кількість завдань зараз може бути виконана з витратою значно меншого часу і зусиль, порівняно з тим, як ті ж самі завдання виконувались ще 10 чи 20 років тому, а результат та якість виконання буде значно кращим, бо вплив людського фактору в багатьох випадках зменшиться при прийнятті рішень. В той же час, цей процес має бути ретельно проаналізовано, бо може призвести і до негативних наслідків.

Розглянемо на прикладі, як спростилося виконання базових завдань за останній час.

При отриманні рейсового завдання потрібно зробити підбір усіх необхідних навігаційних карт та посібників для ретельного планування переходу судна. Раніше за допомогою "Каталогу карт та публікацій" (NP 131 Catalogue of Admiralty Charts and Publications) навігаційний штурман ретельно обирав список невивіщаних у судовій бібліотеці карт та посібників, після чого виконувалось замовлення, а потім починалось очікування і сподівання, що усе необхідне буде доставлено якнайшвидше та в повному обсязі. Це викликало багато складнощів, особливо у "трамповому" судноплавстві, при виконанні нерегулярних рейсів без чіткого розкладу. За таких обставин, замовлення дуже часто отримували в останню мить перед самісіньким виходом з порту і початком рейсу.

У теперішній час, з поширенням диджиталізації і використанням ЕКНІС (Електронно-картографічна навігаційно-інформаційна система), на виконання того самого об'єму роботи штурману потрібно значно менше часу та зусиль. Сучасні електронні планувальники рейсу дозволяють виконати підбір необхідних електронних карт, просто вказавши назви порту відправлення і порту призначення – усе необхідне програма виконає за штурмана. Користувачу залишається лише перевірити отриману інформацію, сформулювати запит і відправити його електронною поштою. Через лічені хвилини замовлення буде опрацьовано і ми отримаємо ключі активації необхідних карт [2]. На Рис. 1 та 2 представлений приклад виконання підбору навігаційних карт на довільний рейс Одеса – Лімасол за допомогою електронного застосунку "Chart Browser".

За подібним алгоритмом можна також за декілька хвилин замовити та отримати доступ до всіх необхідних публікацій.

Також необхідно відмітити, що отримані паперові карти та посібники було неможливо одразу використовувати для початку підготовки плану переходу – кожна карта і публікація, мала бути відповідно відкоректована перед використанням. Спочатку усю необхідну коректуру можна було отримати лише під час стоянки судна у порту, а інколи з моменту нанесення останньої коректури отриманої під час стоянки у останньому порту міг минути значний проміжок часу, під час якого карта чи публікація набула значних змін. Отримавши усі сповіщення за два-три тижні, з моменту останньої коректури штурман мав величезний обсяг роботи, яку було потрібно виконати надзвичайно швидко. Трохи згодом, процес значно поліпшився – уся необхідна інформація кожен тиждень надходила на судно, за допомогою електронної пошти. Це сприяло підтриманню суднової бібліотеки оновленою, а отже й зростає безпека судноплавства.

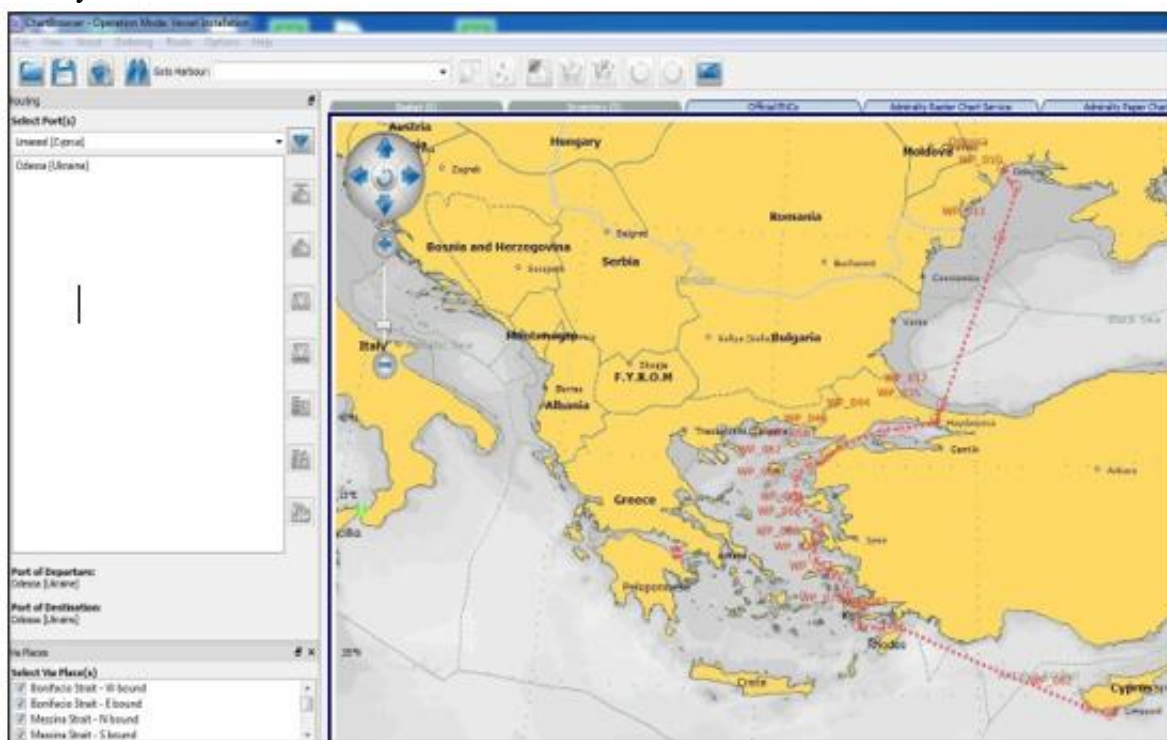


Рисунок 1. Побудова схематичного переходу між двома обраними портами

Але з появою електронних карт і електронних публікацій корегування відбувається повністю автоматизовано – уся необхідна для коректури інформація зібрана в файл і надсилається електронною поштою, а штурману залишається, згідно з інструкцією, просто завантажити в ЕКНІС або в програму для перегляду електронних публікацій та лоцій. Отже, для виконання того ж обсягу роботи зараз потрібно значно менше часу й зусиль.

Це лише декілька з багатьох сучасних технологічних рішень, які зараз реалізуються на судах, і як можна побачити з наведених прикладів, диджиталізація має позитивний вплив

на виконання різноманітних завдань на судні, а отже, її поширення буде збільшуватися у майбутньому.

Також необхідно відмітити, що усі наявні на ринку електронні сервіси потребують перевірки функціонування класифікаційними товариствами і можуть використовуватися лише після отримання підтвердження про відповідність високим вимогам. Це також позитивно впливає на якість продукту і його безпечність для використання.

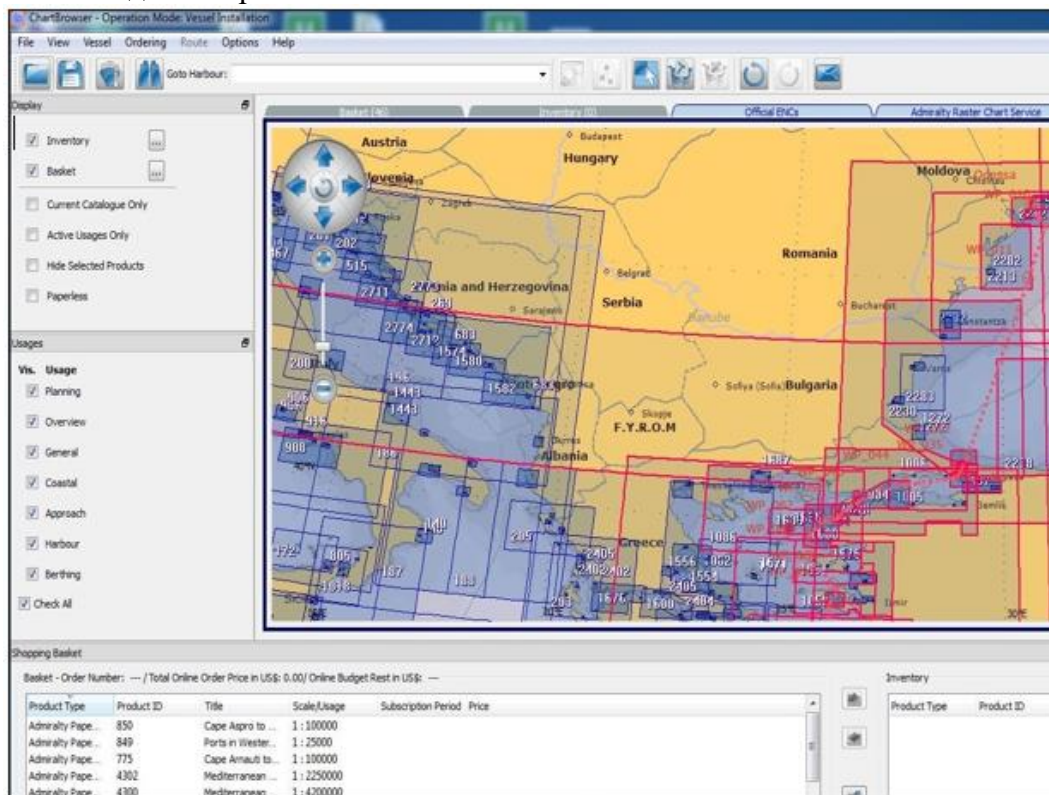


Рисунок 2. Виконаний підбір навігаційних карт на заданий рейс

Також здається, було б дуже перспективним впровадження штучного інтелекту при використанні сервісів для перегляду електронних публікацій та лоцій, бо на разі встановлені на суднах програми дозволяють лише перегляд та пошук інформації у наявних книгах. Але якщо б власники таких сервісів змогли додатково впровадити використання штучного інтелекту, то користувачу не потрібно було б читати та аналізувати величезний обсяг інформації – достатньо буде просто надати запит системі і отримати чітку відповідь, яка буде ґрунтуватися на аналізі усієї наявної у судновій бібліотеці інформації. У результаті ми отримаємо сервіс, подібний до "Chat GPT", яким вже активно користується величезна кількість людей.

Висновки. Диджиталізація з кожним днем відіграє все більш важливу роль у судноводінні. Її поширення вже значно полегшило виконання великої кількості завдань, зменшило необхідний час на їх виконання, а також зменшило вплив людського фактору при їх виконанні. Це особливо важливо, бо за статистикою більшість інцидентів пов'язані саме з людською помилкою, вплив якої значно зменшується при більш активному застосуванні диджиталізації.

Подальший розвиток та більш активне впровадження диджиталізації дасть змогу ще більш полегшити виконання величезної кількості завдань у майбутньому, а також підвищити якість їх виконання, що призведе до зменшення енерговитрат людини, зниження кількості аварійних ситуацій та покращенню безпеки на суднах.

З огляду на вищевикладене, відзначаємо позитивний вплив диджиталізації на сучасне і майбутнє судноводіння, проте потрібно пам'ятати, що диджиталізація може мати і негативні наслідки, такі як втрата робочих місць, викрадення конфіденційних даних та їх

несанкціоноване використання. Це дуже серйозні фактори, які також потрібно враховувати при використанні наявних та майбутніх електронних сервісів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Що таке диджиталізація та які переваги вона надає бізнесу. [URL:https://gigacloud.ua/blog/navchannja/scho-take-didzhitalizacija-ta-jaki-perevagi-vona-nadae-biznesu](https://gigacloud.ua/blog/navchannja/scho-take-didzhitalizacija-ta-jaki-perevagi-vona-nadae-biznesu) (дата звернення: 27.10.2024).
2. ECDIS – основні перевага і недоліки. [URL:https://navofficer.wordpress.com/2018/04/18](https://navofficer.wordpress.com/2018/04/18) (дата звернення: 28.10.2024).
3. Як технології формуватимуть судноплавну галузь у 2023 році. [URL:https://www.ranktracker.com/uk/blog/how-will-technology-shape-the-shipping-industry-in-2023/](https://www.ranktracker.com/uk/blog/how-will-technology-shape-the-shipping-industry-in-2023/) (дата звернення: 28.10.2024).

УДК 004.89:656.61.052.48

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (ШІ) ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МАРШРУТУ ТА ЗАПОБІГАННЯ ЗІТКНЕННЮ СУДЕН

Злобіна А.О. курсантка гр.1504, **Козаченко О.Ю.** старший викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

ВСТУП. В умовах сьогодення відбуваються процеси трансформації існуючих технологій, перехід від аналогових до цифрових систем, які забезпечують оптимізацію, автоматизацію та підвищення ефективності процесів у різних сферах. Цифровізація обумовлює перетворення інформації у новий формат для швидкого обміну даними, їх більшої доступності та зручності в управлінні та аналізі. Морський напрям у цьому контексті є одним із лідерів впровадження передових цифрових технологій. Завдяки інтенсивному розвитку штучного інтелекту (ШІ), нейронних мереж та інших інноваційних цифрових технологій відкриваються нові перспективи в сфері забезпечення безпеки судноплавства, особливо у районах з підвищеною небезпекою та з інтенсивним трафіком.

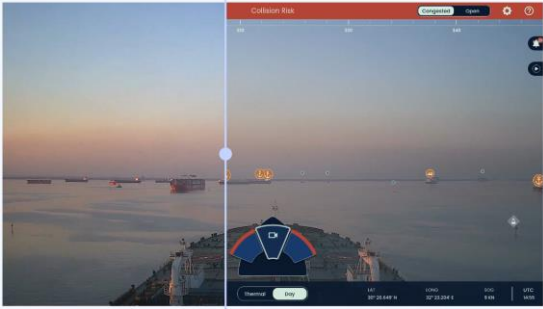
АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ. Штучний інтелект вже відіграє значну роль в автоматизації навігації, прогнозуванні погодних умов та управлінні маршрутами суден, що дозволяє мінімізувати ризики та підвищити безпеку судноплавства. Сучасні наукові дослідження демонструють актуалізацію уваги до методів інтеграції штучного інтелекту в морську галузь. Так, науковці прогнозують розвиток досліджень та застосування штучного інтелекту за напрямками: автоматичний аналіз поведінки суден, класифікація судів та визначення типів, аналіз послідовності дій суден, адаптивні системи на основі досвіду, прогнозування аварій та безпека в портах, робота з обмеженням методів машинного навчання та робота з обмеженнями даних [1]. Інші дослідники акцентують увагу на обговоренні проблем наслідків застосування ШІ з точки зору як теорії, так і практики [5]. Також актуалізуються питання проведення глобальних досліджень та тестувань ефективності додаткових систем на базі ШІ [6]. Отже, метою дослідження вважаємо аналіз існуючих та перспективних систем використання ШІ та нейронних мереж для ефективного підвищення безпеки мореплавства, що забезпечує вирішення завдань обробки та аналізу даних та ситуацій у реальному часі, прогнозування потенційних загроз та оптимізації маршрутів.

ОСНОВНА ЧАСТИНА. В умовах надмірного інформаційного навантаження прийняття швидких, обґрунтованих та доцільних рішень вахтовими офіцерами – складне завдання. Здатність ШІ до самонавчання, аналізу та передбачення, у порівнянні зі звичайним приладами, які забезпечують лише збір і відображення даних без глибокого аналізу або адаптивних дій, допоможе командному складу судна діяти максимально ефективно та швидко, зокрема щодо попередження зіткнення суден. У зв'язку з цим вважаємо за необхідне проаналізувати декілька існуючих та потенційних рішень (стартапів) з підтримкою ШІ.

1. Технологія Sea Pod.

Технологія Sea Pod здатна розпізнавати об'єкти, такі як судна без AIS, рибальські човни, контейнери та обробляти дані для оцінки ризику зіткнень. Sea Pod відстежує такі параметри, як мінімальна дистанція зближення (CPA) і час до зіткнення (TCPA), і надсилає екіпажу попередження та рекомендації щодо маневрів. Ця технологія спрямована на підтримку більшої ситуаційної обізнаності екіпажу і дозволяє ефективніше планувати та коригувати курс судна, сприяючи зменшенню людських помилок у процесі навігації, діє як цифровий асистент на навігаційному містку. SeaPod оснащено кількома камерами та тепловізорами з високою чутливістю, які забезпечують постійний огляд (225° вдень та 100° вночі) і можуть виявляти цілі до чотирьох морських миль навіть в обмежених умовах видимості [4]. Переваги системи, її недоліки, впровадження та візуалізація роботи вказано в таблиці 1.

Таблиця 1. Переваги та недоліки системи Sea Pod, впровадження.

Продукт/ Виробник	Sea Pod/ Orca Ai, Ізраїль	
	Переваги	Недоліки
	Постійний безперервний моніторинг ситуації на морі. Пріоритизація загроз судну. Зменшення впливу людського фактору на прийняття рішень (з обмеженим часом). Міцність та адаптивність до навколишнього середовища. Підвищує обізнаність у водах з інтенсивним рухом суден.	Потребує великих інвестицій на етапі установки. Часткова залежність від даних AIS. Залежність від оновлення баз даних.
Впровадження	Серед компаній, що вже використовують SeaPod, є такі лідери, як NYK, Mediterranean Shipping Co (MSC), Maran Group та SeaSpan.	
Візуалізація роботи		

2. Система HiNAS Navigation

HiNAS використовує алгоритми глибокого навчання і комп'ютерний зір для розпізнавання навколишніх об'єктів (суден, погодних умов, хвиль) і надання екіпажу інформації про оптимальні маршрути, швидкість та потенційні загрози зіткнення. Ця система використовує доповнену реальність (AR) для візуалізації ризиків і маршрутів, а також забезпечує повну автономність. HiNAS може також автоматично регулювати швидкість і напрямок судна в реальному часі, знижуючи залежність від людських рішень та мінімізуючи ймовірність помилок, особливо в умовах обмеженої видимості чи інтенсивного руху [2]. Переваги системи, її недоліки, впровадження та візуалізація роботи вказано в таблиці 2.

Таблиця 2. Переваги та недоліки системи HiNAS Navigation, впровадження.

Продукт/ Виробник	HiNAS Navigation/ AVIKUS, Південна Корея	
	Переваги	Недоліки
	360-градусний моніторинг навколишніх об'єктів. Оптимізація маршруту і швидкості, що дозволяє знизити споживання палива на 5–15%. Система відповідає міжнародним стандартам безпеки.	Висока вартість. Обмеження автоматизації (остаточна відповідальність залишається на команді судна) Потреба регулярного оновлення. Залежність від зовнішніх даних.
Впровадження	HiNAS Navigation вже успішно використовується в великих судноплавних компаніях, таких як SK Shipping і Sinokor Merchant Marine.	
Візуалізація роботи		

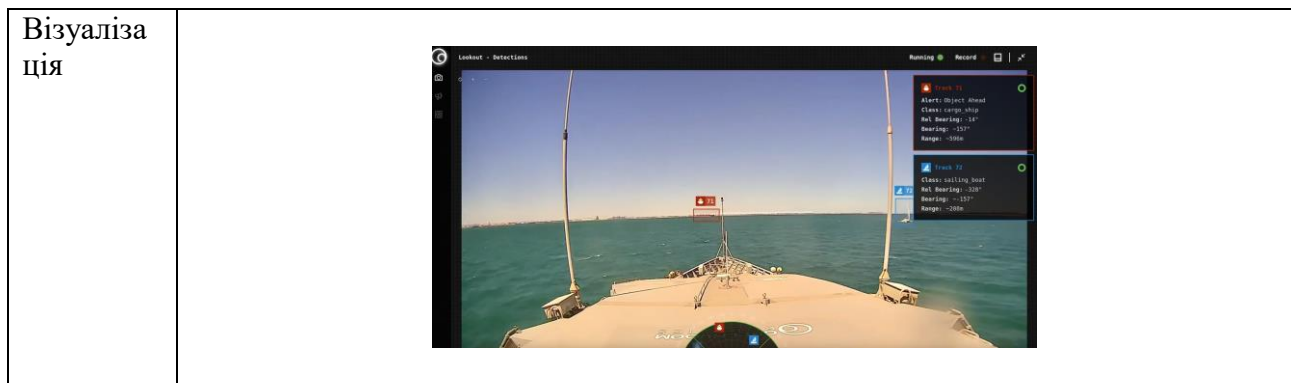
3. Система GAMA з доповненням Lookout +.

GAMA (Greenroom Advanced Maritime Autonomy) — автономна система керування морськими суднами, розроблена для перетворення існуючих суден на автономні. Система використовує датчики, такі як AIS, радар, та інші для автономного навігаційного управління, дотримуючись правил морського судноплавства (МППЗС) та виконуючи завдання в реальному часі. GAMA дозволяє суднам працювати без екіпажу або з мінімальною кількістю персоналу, що підвищує ефективність і безпеку в складних або небезпечних зонах [3].

Lookout+ — доповнення до GAMA, яке використовує оптичний радар для виявлення об'єктів, які можуть бути непомітними для звичайних систем, таких як маленькі судна, безпілотники чи морські тварини. Lookout+ забезпечує точне визначення відстані до об'єктів і їхнє розташування, що підвищує ситуаційну обізнаність і допомагає уникати потенційних загроз [3]. Переваги системи, її недоліки, впровадження та візуалізація роботи вказано в таблиці 3.

Таблиця 3. Переваги та недоліки системи GAMA з доповненням Lookout+, впровадження.

Продукт/ Виробник	GAMA та Lookout +/ Green Room robotics, Австралія	
	Переваги	Недоліки
	Підвищення безпеки. Зниження витрат на людські ресурси. Мінімізація витрат на нове обладнання. Екологічна відповідальність.	Висока вартість впровадження. Залежність від даних і технічного обслуговування. Неповна автономія.
Впровадження	Системи GAMA та Lookout+ були успішно інтегровані у випробуваннях на автономному патрульному судні <i>Sentinel</i> у співпраці з Austal Australia та Королівським флотом Австралії.	



ВИСНОВОК. Впровадження новітніх цифрових технологій з підтримкою штучного інтелекту для прогнозування маршрутів і запобігання зіткнення суден беззаперечно підвищує ефективність морської навігації в напрямках забезпечення безпеки судноплавства шляхом зменшення людських помилок, економії палива завдяки оптимізації маршрутів, поліпшення ситуаційної обізнаності та можливість швидкої інтеграції з існуючими системами. Крім того, технології сприяють екологічним цілям та зменшують навантаження на екіпаж судна. Наданий перелік сучасних технологій та систем є частиною можливостей ШІ в судноплавстві, що і є перспективою подальшого наукового пошуку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голіков В.В., Сінюта К.О. Глибоке навчання у контексті штучного інтелекту в морській навігації: перспективи розвитку. *Водний транспорт* No 1 (39) 2024. <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2024.1.39.10>.
2. Офіційний сайт Avikus. <https://avikus.ai/>. Дата звернення 26.10.2024.
3. Офіційний сайт Greenroom Robotics. <https://greenroomrobotics.com/products/gama>. Дата звернення 26.10.2024.
4. Офіційний сайт Orca AI. <https://www.orca-ai.io/>. Дата звернення 25.10.2024.
5. Guangnian Xiao, Daoqi Yang, Lang Xu, Jinpei Li and Ziran Jiang. The Application of Artificial Intelligence Technology in Shipping: A Bibliometric Review. *Mar. Sci. Eng.* 2024,12, 624. <https://doi.org/10.3390/jmse12040624>.
6. Hirotada Hashimoto, Haruka Nishimura, Hisaki Nishiyama, George Inguchi. Development of AI-based Automatic Collision Avoidance System and Evaluation by Actual Ship Experiment. *ClassNK Technical Journal* No 3, 2021 (I). https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/research/rd/2021/03_e05.pdf

УДК 681.586:004.77]:656.61

ЗАСТОСУВАННЯ ІоТ В СУЧАСНОМУ СУДНОПЛАВСТВІ

О. Козаченко, старший викладач, А. Капустін, курсант

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

ВСТУП

З кожним роком технологічний прогрес впливає на всі аспекти нашого життя, і судноплавство не є винятком. В епоху цифровізації та автоматизації судноплавні компанії активно впроваджують новітні технології.

Судноплавство, будучи однією з найстаріших галузей, зазнало значних змін протягом століть. Одним із ключових чинників еволюції цієї галузі є впровадження нових технологій і покращеного обладнання.

Покращене обладнання відіграє ключову роль у сучасному судноплавстві, роблячи плавання безпечнішим, ефективнішим та екологічно чистим. Інновації продовжують змінювати індустрію, і в майбутньому ми можемо очікувати подальших проривів у цій галузі.

Технології моніторингу в реальному часі дають змогу стежити за станом корабля, передбачати і запобігати технічним несправностям. Так, раннє виявлення потенційних проблем дає змогу вжити заходів щодо їх усунення, перш ніж вони стануть критичними. Системи моніторингу дають змогу оптимізувати роботу обладнання, заощаджуючи паливо і ресурси. Відстеження важливих параметрів судна допомагає запобігти нещасним випадкам і забезпечує безпеку екіпажу та вантажу.

Сучасне судноплавство перебуває на порозі значних змін завдяки впровадженню автоматизації та штучного інтелекту (ШІ). На сьогодні системи моніторингу суден використовують передові технології для аналізу та інтерпретації даних у реальному часі, що надає змогу капітанам і команді ухвалювати обґрунтовані рішення на основі точної та актуальної інформації. ШІ може аналізувати великі обсяги даних, щоб передбачити погодні умови або визначити найефективніший маршрут, з огляду на різні чинники.

Так, за допомогою ШІ кораблі можуть автоматично визначати потенційні загрози та аварійні ситуації, пропонуючи рішення або автоматично коригуючи курс. ШІ може автоматично аналізувати роботу двигуна і впроваджувати коригування для забезпечення максимальної ефективності та економії палива. Автоматизація може спростити й оптимізувати завантаження та розвантаження вантажів, зменшуючи ймовірність помилок. У майбутньому, з використанням ШІ та автоматизації, кораблями можуть керувати на відстані без необхідності наявності екіпажу на борту [1, 2].

ЗАСТОСУВАННЯ ІоТ В СУЧАСНОМУ СУДНОПЛАВСТВІ

Абревіатура «ІоТ» утворена від англійського «Internet of Things», що перекладається як «Інтернет Речей». Концепція уявляє собою систему віддаленого взаємодії фізичних об'єктів між собою та/або із зовнішнім середовищем, яка реалізується за допомогою спеціалізованого обладнання та програмного забезпечення. Такий обмін даними відбувається в режимі реального часу і без безпосередньої участі людини.

Схематично ІоТ виглядає як кілька штук (*десятків, тисяч, а в майбутньому навіть мільйонів*) речей (*предметів або складних пристроїв*), об'єднаних у бездротові мережі і здатних обмінюватися інформацією для розв'язання певної задачі. До цих пристроїв можна або віддалено підключатися та управляти ними, або аналізувати їхній стан у будь-який момент часу. Самі об'єкти або пасивно входять у систему, повідомляючи їй відомості про себе, або активно працюють, збираючи дані про «поручений» їм сегмент. Своєчасна інформація про стан якої-небудь системи допомагає підвищити її ефективність і безпеку [3].

Впровадження датчиків ІоТ оптимізує процеси ланцюга постачання. Розумні пристрої доставки автоматизують ручні процеси та можуть зменшити кількість людських помилок, що призводить до більш плавних процесів, покращеного планування ланцюга постачання, швидшої транспортування, скорочення термінів виконання замовлень і економії коштів.



Рисунок 1. Ланцюг постачання

ІоТ-пристрої в транспортній системі — це розумне обладнання транспортного засобу з одного боку та оснащення логістичних маршрутів розумним обладнанням з доступом до мережі з іншого.

ІоТ І СЕНСОРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Більше товарів, довші маршрути, більша складність і безліч сховищ даних продовжують кидати виклик світовим контейнерним перевезенням. Технологічні досягнення мають величезний вплив на ланцюги постачання, забезпечуючи видимість того, де вантаж, ймовірно, може бути втрачений. На сьогодні немає способу обійти інноваційні продукти, насамперед, для визначення місцезнаходження вантажу, прогнозування ризиків і оптимізації процесів у ланцюзі постачання [4].

Розумний контейнер — це стандартний транспортний контейнер, оснащений технологією IoT: датчики передають дані в реальному часі, наприклад, про місцезнаходження контейнера, температуру, вологість та інші ключові параметри вантажу. Протоколи зв'язку відправляють ці дані на захищену хмарну платформу, яка використовує алгоритми на основі машинного навчання для виявлення важливих подій і управління процесами. Потім користувачі можуть отримати доступ до різної інформації, такої як дані про активи та згадані параметри, через веб-додатки.



Рисунок 2. Розумні контейнери

Розумні контейнери, оснащені датчиками IoT, наразі є одним із найінноваційніших рішень для забезпечення прозорості ланцюга постачання без жодних сліпих зон. Поряд з іншими технологічними розробками, такими як автоматизація цілих портів, використання IoT також забезпечує подальший розвиток судноплавної галузі.



Рисунок 3. Датчик IoT

Наприклад, судноплавна компанія «Narag-Lloyd» стала першою глобальною судноплавною компанією, яка впровадила комплексну технологію датчиків для моніторингу місцезнаходження, статусу та переміщення всіх стандартних контейнерів у режимі реального часу. Мета полягає в тому, щоб зберегти цю позицію і постійно розширювати її, щоб пропонувати клієнтам довгострокову додану вартість і мінімізувати ризики при контейнерних перевезеннях. На сьогодні, «Narag-Lloyd» використовує пристрої IoT від «Nexxiot» і «Orbcromm» для надання даних про місцезнаходження на рівні контейнера або вантажу в цифровому інструменті відстеження «Live Position» [4, 5].

ВАЖЛИВІСТЬ ДОСТАВКИ IoT І РОЗУМНИХ КОНТЕЙНЕРІВ

Впровадження датчиків IoT та використання програмного забезпечення для збору даних відкрили нову еру: інтелектуальні контейнери з сенсорними технологіями дозволяють здійснювати детальний моніторинг стану та точне відстеження в реальному часі для всіх модальностей. Крім того, можна уникнути або запобігти таким проблемам, як крадіжка, контрабанда, псування або пошкодження.

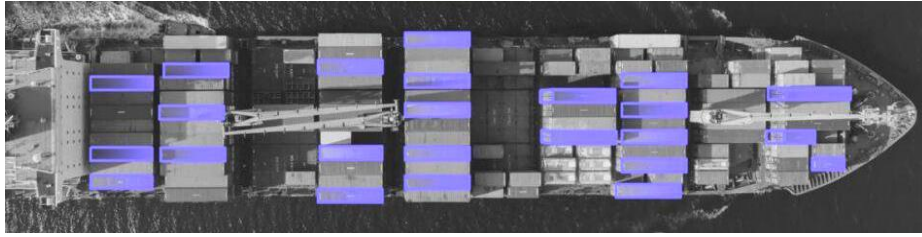


Рисунок 4. Впровадження датчиків IoT

Розумні контейнери забезпечують ефективність і безпеку в інтермодальних перевезеннях. Сучасний стрімкий світ вимагає ефективності, точності та стійкості. Використання «IoT Shipping» допомагає досягти цих цілей і забезпечує наступні переваги:

- смарт-контейнери забезпечують видимість статусу, місцезнаходження і стану товарів і контейнерів, що дозволяє менеджерам ланцюга постачання приймати обґрунтовані рішення та оптимізувати розподіл ресурсів;

- впровадження датчиків IoT оптимізує процеси ланцюга постачання. Розумні транспортні пристрої автоматизують ручні процеси і можуть зменшити людські помилки, що призводить до більш плавних процесів, покращеного планування ланцюга постачання, швидшої транспортування, скорочення термінів виконання замовлень і економії коштів;

- оптимізація та скорочення транспортних маршрутів призводить до зниження експлуатаційних витрат;

- аналізуючи дані, вже відстежувані в смарт-контейнерах, можна виявити закономірності та використовувати їх у майбутньому для покращення маршрутів, запасів, графіків технічного обслуговування та довгострокової економічної ефективності на основі даних;

- датчики IoT не лише гарантують доступ до точного місцезнаходження товарів, але й забезпечують дотримання стандартів якості під час транспортування.

ВИСНОВОК

Інноваційні датчики в морській сфері суттєво змінюють спосіб, яким ми моніторимо та управляємо морськими операціями. Вони не лише покращують безпеку та ефективність, але й допомагають зберігати навколишнє середовище. Розвиток технологій продовжує відкривати нові можливості для морського транспорту, що робить його більш сталим і безпечним.

У майбутньому кількість смарт-контейнерів продовжить зростати - конкурентам на ринку, які ще не оснастили свої контейнери датчиками IoT, у довгостроковій перспективі доведеться зайнятися цифровізацією, щоб йти в ногу з часом і виживати серед конкурентів.

Згідно з дослідженням «Drewry», до 2026 року 25% контейнерів у всьому світі будуть оснащені якимось пристроєм IoT, що відкриває двері для подальших інновацій. Тому не дивно, що кілька судноплавних компаній вже трансформуються, щоб скористатися перевагами доставки IoT. Все більше і більше судноплавних компаній будуть оснащувати свої контейнери відповідними пристроями, що, у свою чергу, також повинно знизити вартість пристроїв у середньостроковій перспективі. Це супроводжуватиметься подальшим зростанням використання, зокрема розумних сухих контейнерів, а кількість інтелектуальних рефрижераторних контейнерів, за оцінками фахівців, зросте в шість разів і перевищить 10 мільйонів протягом наступних п'яти років [6].

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://tcsavant.com/suchasni-tehnologii-v-sudnoplavstvi-efektivnist-bezpeka-avant/>.
2. <https://maritime-zone.com/news/view/kak-novye-morskie-tehnologii-izmenjat-sudohodstvo>
3. <https://aws.amazon.com/ru/what-is/iot/#:~:text=%>.
4. <https://nexxiot.com/resources/smart-containers-safe-secure-compliant-supply-chains//>
5. https://www.orbcomm.com/en/company/news/2022/hapag-lloyd-selects-orbcomm-newest-dry-marine-container-telematics?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=PPC-Search-Branding-Ger/Aus/SW_Spain&utm_term=orbcomm.

6. <https://www.hapag-lloyd.com/en/online-business/digital-insights-dock/insights/2024/05/smart-shipping--internet-of-things-and-sensor-technology-in-ship.html>.

УДК 004:656.61

ВИКОРИСТАННЯ 3D ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ СУДНОПЛАВСТВА

Ковальчук А.О., курсант гр. 1503, **Козаченко Ю.М.**, старший викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Технологія адитивного виробництва, або 3D-друк, вже не один рік виникає у різних галузях промисловості, стрімко покращуючи їх. Особливе значення вона починає набувати і в морській галузі, де з її допомогою виробники можуть вирішувати різноманітні завдання, від виготовлення великих суднових деталей до створення складних і точних конструкцій для обладнання. 3D-друк дозволяє створювати запчастини й інші компоненти безпосередньо на борту або в порту, скорочуючи час на доставку та економлячи значні кошти, які зазвичай витрачаються на транспортування й зберігання. Оскільки морська галузь традиційно має справу з проблемами зносу обладнання та потребує постійної модернізації в умовах значної віддаленості від берегової інфраструктури, 3D-друк відкриває нові горизонти для обслуговування суден і оптимізації логістики.

Використання 3D-друку має ряд суттєвих переваг, завдяки яким компанії можуть значно скоротити витрати, уникнути затримок і зменшити залежність від складних і часто ненадійних ланцюгів постачання. Однією з головних переваг є можливість виробляти деталі на замовлення, коли це дійсно необхідно. Це означає, що більше немає потреби зберігати великі запаси деталей на складах, що дорого й не завжди ефективно. Замість цього, компанії можуть створювати необхідні компоненти в реальному часі на борту судна або в порту, що забезпечує економію коштів і значно скорочує обсяги відходів. Також слід зазначити, що з огляду на сучасні вимоги до екологічної відповідальності, які з кожним днем стають все серйознішими, адитивне виробництво пропонує значні переваги для морської галузі. Використання 3D-друку дозволяє скоротити викиди CO₂ завдяки зменшенню потреби в транспортуванні компонентів. Оскільки запчастини можуть бути надруковані на місці, зникає необхідність доставляти їх через моря й океани, що є значною часткою витрат морської індустрії. Крім того, 3D-друк дозволяє зменшити обсяги матеріальних відходів, адже виробництво здійснюється з використанням точної кількості сировини для виготовлення компонентів. Наприклад, компанія BS-Shipmanagement відзначає, що 3D-друк допомагає знизити екологічний слід завдяки точному використанню матеріалів і зменшенню відходів.

Декілька провідних компаній у морській галузі, зокрема CEAD Group та Thyssenkrupp, вже активно використовують 3D-друк для виготовлення великих і складних конструкцій. Це дозволяє створювати компоненти з неймовірною точністю, що іноді навіть перевищує можливості традиційних методів, таких як лиття або механічна обробка. Наприклад, компанія Thyssenkrupp, один з лідерів у виробництві морських компонентів, використовує адитивне виробництво для виготовлення деталей для підводних човнів, які відповідають найвищим стандартам якості та міцності. Як зазначають у компанії, використання 3D-принтера може зменшити виробничі витрати, особливо для складних компонентів з низькими обсягами. Наприклад, для виготовлення гідравлічного блоку для підводного човна можна зекономити 83 відсотки ваги – з 14 до 2,1 кілограма. Це не тільки означає більше свободи у використанні доступного простору на підводному човні, але й полегшує щоденну роботу виробничого персоналу.



Рисунок 1. Приклад деталі, наданий Thyssenkrupp.

Однією із сучасних та важливих проблем для судноплавних компаній є необхідність швидко отримувати запасні частини для ремонтів і обслуговування суден. Зазвичай це вимагає часу та суттєвих фінансових витрат. Проте завдяки 3D-друку, який стає доступним на борту та в портах, можна виготовляти необхідні компоненти швидко й за потребою. Наприклад, компанія Wilhelmsen Ships Service разом із партнерами використовують 3D-друк для створення запасних частин, що відповідають високим стандартам якості та витримують суворі умови морської експлуатації. На початку лютого 2020 року балкер Berge Mafadi став одним із перших у світі суден, яке отримало комерційну поставку запасних частин, надрукованих на 3D-принтері, включаючи шпінгати. Її власник, Berge Bulk, бере участь у новаторському проєкті, який має на меті створити ланцюг постачання для 3D-друкованих предметів та відповісти на кілька ключових питань щодо доцільності адитивного виробництва як альтернативи традиційним формам закупівлі. Хакон Еллекджер, керівник проєкту з 3D-друку в Wilhelmsen Ships Service, яка закуповувала запасні частини для Berge Bulk, бачить великий потенціал у цій технології. "Економія у вигляді зниження витрат, часу та екологічного впливу робить 3D-друк запасних частин для морських суден чудовою можливістю для наших клієнтів."



Рисунок 2. Шпінгати на балкері Berge Mafadi

Деякі компанії вже зробили значний прорив, виготовляючи складні компоненти, такі як пропелери для суден, які зазвичай виробляються із застосуванням багатоступеневих технологій. Наприклад, RAMLAB – компанія, яка створила перший у світі пропелер, виготовлений за допомогою 3D-друку і схвалений класифікаційним товариством. Це великий крок уперед, адже традиційне виробництво пропелерів вимагає великої кількості часу та зусиль. Завдяки 3D-друку можна створювати конструкції з високою точністю, складними формами, що робить їх ефективнішими та довговічнішими.



Рисунок 3 та 4. Процес та кінцевий результат виготовлення гвинта компанією RAMLAB.

Однак, як і будь-яка нова технологія, 3D-друк має свої обмеження та труднощі. Одна з ключових проблем – це забезпечення відповідності стандартам якості. У морській індустрії необхідно дотримуватись суворих вимог до безпеки та довговічності, тому кожен компонент, надрукований за допомогою 3D-технологій, повинен пройти численні випробування та відповідати стандартам. Як і будь-які інші компоненти та деталі на судні, вони повинні пройти ретельне тестування, а за його результатами - отримати сертифікат як безпечні для експлуатації.

Також адитивне виробництво стикається з викликами в питанні інтеграції в існуючу інфраструктуру компаній. Впровадження 3D-друку потребує інвестицій в обладнання, навчання персоналу, адаптацію процесів. Але компанії, які готові вкладати у розвиток цієї технології, вже отримують значну вигоду – підвищення ефективності виробництва, зниження витрат і скорочення часу на виготовлення критично важливих деталей.

Перспективи використання адитивного виробництва в морській індустрії надзвичайно обнадійливі. За оцінками експертів, з розвитком технологій та зниженням вартості 3D-друку ця технологія стане ще більш доступною та широко використовуваною. Очікується, що в найближчі роки морська індустрія побачить значний прорив у використанні 3D-друку для створення комплексних інженерних рішень. Це можуть бути різні деталі палубного обладнання, лопаті для гвинтів, деталі систем опалення та кондиціонування повітря й багато іншого.

Ключовим аспектом для майбутнього розвитку є також адаптація міжнародних стандартів, які б відповідали вимогам морської індустрії та безпеки. Класифікаційні товариства, такі як DNV GL, вже розробляють стандарти для сертифікації компонентів, виготовлених за допомогою 3D-друку. Це забезпечить подальший розвиток технології й сприятиме її впровадженню в серійне виробництво. Крім того, DNV видала верифікаційний звіт для виробленої за допомогою дрової дуги не-класового ключу. Випробування на навантаження показало, що деталь могла витримати навантаження на 20% вище за проєктну специфікацію та мала міцність на розрив удвічі вищу, ніж у традиційного лиття.



Рисунок 5. Ключ, створений за допомогою адитивного виробництва.

У висновку можна зазначити, що 3D друк готовий трансформувати морську індустрію, пропонуючи інноваційні рішення обслуговування суден та спрощення логістичної мережі постачання деталей. Можливість виробляти складні, індивідуальні компоненти з високою точністю і мінімальними відходами має потенціал революціонізувати традиційні виробничі процеси і підвищити загальну ефективність і стійкість морської галузі. Хоча ще залишаються виклики, постійний прогрес технологій 3D друку і збільшення співпраці в галузі прокладе шлях до майбутнього, де 3D друк відіграє центральну роль у морських операціях. Зі зрілістю технології ми можемо очікувати ще більше захоплюючих розробок, що формуватимуть майбутнє морської індустрії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Industrial 3D printing for the Maritime Industry – CEAD Group URL: <https://ceadgroup.com/large-format-additive-manufacturing-maritime-industry/>
2. Introduction to 3D printing in the maritime industry - Thetius URL: <https://thetius.com/3d-printing-in-the-maritime-industry/>
3. Full steam ahead into the future - additive manufacturing in the maritime industry | ProductionToGo URL: https://production-to-go.com/en/partstogo/about-us/blog/additive-manufacturing-in-the-maritime-industry?srsltid=AfmBOoqAGlHZXGg_9nZNOQhcVRSrOSxD1Cts8mH6MDGacfONPpejd wBE
4. 3D Printed Ship Parts: A Win-Win Solution for Clients and Sustainability URL: <https://www.bs-shipmanagement.com/media-centre/article/175/3d-printed-ship-parts-a-win-win-solution-for-clients-and-sustainability/>
5. RAMLAB unveils world's first class approved 3D printed ship's propeller URL: <https://www.ramlab.com/updates/ramlab-unveils-worlds-first-class-approved-3d-printed-ships-propeller/>
6. 3D-Printing Maritimes Cluster Norddeutschland e.V. URL: <https://www.maritimes-cluster.de/en/topics-and-projects/projects/3d-printing/>
7. TechCenter: 3D printing of parts URL: <https://www.thyssenkrupp-marinesystems.com/en/teaser/techcenter--3d-printing-of-parts>
8. Submarine components from 3D printers go into series production URL: <https://www.thyssenkrupp-marinesystems.com/en/teaser/submarine-components-from-3d-printers-go-into-series-production>
9. Additive Manufacturing enters the maritime mainstream URL: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/Additive-Manufacturing-enters-the-maritime-mainstream/>
10. 3D-printed spare parts revolutionize maritime supply chain - Bulker insights - MARITIME IMPACT URL: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/3D-printed-spare-parts-revolutionize-maritime-supply-chain/>
11. 3D Printing: Offering A Stronger and More Resilient Supply Chain for Spare Parts URL: <https://www.wilhelmsen.com/ships-service/digital-ventures-mp/3d-printing-Offering-A-Stronger-and-More-Resilient-Supply-Chain-for-Spare-Parts/>

PROFESSIONAL TRAINING OF SEAFARERS

Kozachenko O., senior lecturer, **Velychkovska N.**, student

National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine

Professional maritime education is fundamental for ensuring the safety and efficiency of maritime operations. This paper explores key aspects of maritime training, emphasizing simulator-based education, technological advancements, and evolving competencies as per the Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers (STCW). An overview of the methods used

in maritime training, including simulators, approved sea-time experience, and virtual technologies, is discussed. The paper concludes by addressing the future challenges for maritime education and how digitalization is shaping the training processes.

The maritime industry is rapidly evolving, and so must the training of future seafarers. Technological developments in ship design, automated systems, and navigational aids require that seafarers stay current with their knowledge and skills. Maritime training institutions must adapt their curriculums and methods to meet the demands of modern shipping. This paper discusses contemporary approaches to training, including simulators and virtual reality (VR), and how these methods ensure safety, efficiency, and competence.



Fig. 1. Results of transparent graduation of seafarers

Methods of Maritime Training

Simulator-Based Training

Simulators are an essential tool in modern maritime education. They provide trainees with a risk-free environment to practice complex maneuvers and emergency procedures. These simulators replicate real-life scenarios, such as heavy weather, mechanical failures, or congested sea lanes, offering comprehensive training without endangering lives or equipment. Simulators are also used to simulate bridge navigation, engine room operations, and communication in emergencies.

Table 1. Competencies assessed during both onboard and simulator-based training

Competence	Approved Sea-Time	Approved Simulator Training
Plan and conduct a passage	√	√
Maintain a safe navigational watch	√	√
Use radar for safe navigation	√	√

Simulator-based education allows future officers to experience high-stress situations that are often difficult to replicate onboard ships. Simulators are increasingly used to substitute part of the mandatory sea-time experience required by the STCW convention, helping to address the current shortfall in onboard training opportunities due to global restrictions and fleet reductions.

Onboard Training and Sea-Time Experience

While simulators are valuable, actual sea-time experience remains a critical aspect of a seafarer's training. Practical experience allows cadets to apply their classroom knowledge in real-world conditions. However, due to recent challenges, such as the COVID-19 pandemic, many maritime institutions have had to reduce cadet access to onboard training. To compensate, they are turning to increased simulator usage to maintain training standards.

Technological Innovations

Virtual Reality (VR) and Artificial Intelligence (AI)

Recent advancements in virtual reality (VR) and artificial intelligence (AI) are shaping the future of maritime education. VR immerses students in highly realistic shipboard environments, enabling them to interact with virtual controls and machinery in a fully simulated setting. This enhances learning retention and provides an opportunity to experience various onboard operations in a safe environment. VR also simulates emergency scenarios that might be too dangerous to recreate in real life.

AI has proven to be useful for real-time decision support systems, aiding officers in navigation, ship handling, and emergency response. The use of AI can enhance safety and reduce human errors by providing predictive analytics and automated systems to assist the crew in real-time operations.



Fig. 2. Challenges and Future Prospects

Challenges and Future Prospects

Despite the benefits of simulators and digital technologies, several challenges remain. The maritime industry must ensure that virtual training complements, rather than replaces, practical onboard experience. There are concerns about how well virtual training alone prepares seafarers for real-world challenges. In addition, as ships become more automated, the skill sets required of seafarers are evolving, necessitating frequent updates to training programs.

Conclusion

The professional training of seafarers is undergoing a transformation due to technological advances. Simulators, VR, and AI offer new ways to enhance learning, but traditional sea-time experience remains indispensable. Maritime training institutions must continue to adapt their curricula to prepare seafarers for the demands of modern ships, which are increasingly automated and technologically advanced.

REFERENCES

1. <https://unctad.org/webflyer/covid-19-and-maritime-transport-impact-and-responses>
2. Gascard, E. et al., "Quantitative Analysis of Dynamic Fault Trees by Means of Monte Carlo Simulations", Reliability Engineering & System Safety, 2018.
3. <https://marad.gov.ua/ua/news/shchodo-proceduri-otrimannya-kvalifikacijnih-dokumentiv-moryakiv>
4. "COVID-19 and Its Impact on Maritime Transport", UNCTAD Report, 2020.
5. <https://www.marineinsight.com/maritime-law/imos-globallast-program-has-it-met-its-expectations>

ЗНАЧЕННЯ РАТИФІКАЦІЇ КОНВЕНЦІЇ ПРО ПРАЦЮ В МОРСЬКОМУ СУДНОПЛАВСТВІ 2006 РОКУ В КОНТЕКСТІ СОЦІАЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНСЬКИХ МОРЯКІВ

Сердіченко Ю.О., здобувач вищої освіти 2 року навчання освітнього ступеня “Магістр”, керівник **Костиця О.В.**, к.ю.н., доцент, доцент кафедри морського права

Національний університет “Одеська морська академія”, Україна

Вступ. Україна є морською державою, в 2021 році посіла шосте місце у світі за кількістю працюючих моряків і четверте місце за кількістю офіцерів, серед яких три жінки-капітана далекого плавання. На сьогодні в нашій країні нараховується близько 120 тисяч моряків, що свідчить про потребу належного правового регулювання соціального захисту цієї категорії громадян.

Актуальність дослідження. Актуальність даного дослідження полягає в тому, що трудова діяльність моряків-громадян України, яка пов'язана з особливими ризиками та складними умовами праці, створює потребу в надійній системі соціального захисту. Конвенції про працю в морському судноплаванні 2006 року встановлює міжнародні стандарти для захисту прав моряків, зокрема щодо умов праці, безпеки, житлових умов, відпочинку та медичного обслуговування. Ратифікація дасть змогу Україні посилити захист прав українських моряків як на вітчизняному, так і на міжнародному рівні.

Постановка задачі. Мета дослідження полягає у тому, щоб проаналізувати важливість приєднання України до Конвенції про працю в морському судноплаванні 2006 року та визначити основні переваги для моряків.

Результати дослідження. Прийняття Міжнародною організацією праці Конвенції про працю в морському судноплаванні 2006 року стало історичним кроком у розвитку міжнародного морського права. Адже було прийнято угоду, яка об'єднує континенти й океани та є єдиною всеохоплюючою трудовою нормою для понад 1,2 млн моряків у всьому світі, а також враховує нові реалії та потреби цього сектору економіки, що забезпечує 90% світової торгівлі [1].

На сьогодні Конвенція ратифікована 105 країнами, проте, на жаль, Україна є єдиною великою країною-постачальником моряків у світі, яка ще досі її не ратифікувала.

У нашій країні неодноразово проводилися заходи з обговорення переваг участі у Конвенції з метою набуття нею чинності для України.

Так, 4 березня 2015 р. розпочалася триденна конференція з питань імплементації Конвенції Міжнародної організації праці 2006 року про працю в морському судноплаванні за участю заступника Міністра інфраструктури України з питань євроінтеграції Оксани Рейтер та делегації МОП. Під час заходу було спеціально відзначено, що ратифікація та успішна імплементація Конвенції сприятиме підвищенню іміджу України як морської держави, яка виконує міжнародні норми щодо соціального захисту прав моряків.

Важливість та доцільність ратифікації Україною Конвенції МОП 2006 р. підтверджується також профспілковими організаціями та об'єднаннями роботодавців. Так, наприкінці 2015 р. Федерацією профспілок України було спрямовано листа до Прем'єр-міністра України про підготовку до ратифікації Конвенції МОП 2006 р., в якому зазначалося про те, що в Україні протягом останніх 8 років вивчалася питання приєднання до Конвенції МОП 2006 року про працю у морському судноплаванні.

Новостворена Морська адміністрація також долучилася до обговорення питань ратифікації Україною Конвенції МОП 2006 р. Так, 6 грудня 2018 р. було повідомлено про те, що Державна служба морського та річкового транспорт розраховує на ратифікацію Конвенції Верховною Радою до кінця 2018 року.

Уся морська громадськість після численних запевнень Мінінфраструктури та Морської адміністрації про те, що законопроект повністю готовий і незабаром буде поданий до Верховної Ради, були сповнені надії, що Конвенція МОП 2006 р. буде ратифікована уже найближчим часом. При цьому, у зв'язку з тривалим очікуванням цієї події, невизначеністю і

відсутністю конкретного результату Морська палата України вирішила отримати офіційну інформацію і направила запити до Міністерства інфраструктури та МЗС з приводу поточного стану ратифікації Україною Конвенції. На відповідні запити було повідомлено, що розроблений Міністерством інфраструктури України проект Закону України «Про ратифікацію Конвенції Міжнародної організації праці 2006 року про працю в морському судноплаванні, з поправками» було внесено на розгляд Президентів України листом Міністерства закордонних справ України від 20 квітня 2018 року [2].

Проте, у зв'язку з набранням чинності поправок до Конвенції, які було затверджено на 105-й сесії Генеральної конференції МОП 9 червня 2016 року, пропозиції щодо ратифікації даного міжнародного документа було повернено для їх доопрацювання, погодження заінтересованими державними органами та подальшого внесення в установленому порядку на розгляд Президентів України [3].

Отже, через проблему в справі відстеження змін та доповнень до міжнародної угоди та інших факторів, які призводять до затримок у прийнятті рішень, до теперішнього часу прогресу у справі приєднання України до Конвенції МОП 2006 р. на жаль не спостерігається.

Ратифікація даної Конвенції має важливе значення для захисту українських моряків, оскільки нею запроваджено 5 найголовніших стандартів праці моряків:

- 1) Мінімальні вимоги відносно праці моряків на борту судна.
- 2) Умови зайнятості.
- 3) Житлові приміщення, умови для відпочинку, харчування і столове обслуговування, вимоги, що стосуються попередження дії шуму і вібрації у виробничих і житлових зонах.
- 4) Охорона здоров'я, медичне обслуговування, соціально-побутове обслуговування і захист у галузі соціального забезпечення.
- 5) Дотримання і забезпечення виконання положень Конвенції [4].

Для моряків-громадян України особливо важливо приєднання до цього міжнародного морського стандарту праці, адже наразі десятки тисяч українських моряків працюють на іноземних судновласників під прапорами інших держав, заробляючи для України кошти у цінній вільно конвертованій валюті, які витрачаються та інвестуються в нашої країні, що сприяє підтримці української економіки, особливо в умовах сьогоденної кризи.

Ратифікація цієї Конвенції є також важливою для українських судновласників, оскільки її відсутність може ускладнити доступ суднам під українським прапором до іноземних портів. Варто зазначити, що Конвенція МОП 2006 року не передбачає режиму найбільшого сприяння для країн, які її не ратифікували. Таким чином, відсутність ратифікації цієї Конвенції не звільнить українські судна, які діють під юрисдикцією держав-учасниць Конвенції (у портах та територіальному морі), від виконання її вимог, що суттєво ускладнить здійснення торговельного судноплавства для українських суден і судновласників.

Крім того, приєднання до Конвенції 2006 року є важливим елементом реалізації завдань адаптації національного законодавства України до стандартів Європейського Союзу, адже відповідно до Рішення Ради Європи від 07.06.2007 року № 2007/431/ЄС [5], країни-члени ЄС повинні не лише ратифікувати Конвенцію МОП 2006 року, але й забезпечити імплементацію її положень у національне законодавство.

Висновки. Отже, можемо стверджувати, що ратифікація Україною Конвенції Міжнародної організації праці про працю в морському судноплаванні 2006 року сприятиме забезпеченню належного захисту соціальних і трудових прав українських моряків як в нашій країні, так і за кордоном. Це також дозволить покращити умови їх праці та адаптувати національне законодавство до сучасних міжнародних стандартів. Приєднання до цієї Конвенції є давно очікуваним кроком, який надасть значний поштовх розвитку всіх сфер, пов'язаних із працевлаштуванням та захистом українських моряків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Підпала І. В. Правове регулювання праці моряків по українському і міжнародному законодавству: дис. ... д-ра юрид. наук : 12.00.05. Харків, 2021. 451 с.

2. Про ратифікацію Конвенції Міжнародної організації праці 2006 року про працю в морському судноплавстві, з поправками: проект Закону України від 20 квітня 2018 року. URL: <https://mtu.gov.ua/news/32793.html>
3. Ківалов С. В. Конвенція МОП 2006 року про працю в морському судноплавстві: шлях до ратифікації. Lex portus. 2019. № 4 (18). С. 7-27.
4. Maritime Labour Convention, ILO, 23 February 2006. URL: https://normlex.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:91:0::NO:91:P91_INSTRUMENT_ID:312331:NO
5. Decisions Council № 2007/431/EC of 7 June 2007. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007D0431>

УДК 629.123

ЗАХИСТ ПРИЙМАЧІВ ГЛОБАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СУПУТНИКОВОЇ СИСТЕМИ ВІД КІБЕР-АТАК

Кошевий В. М., д.т.н., професор, **Харченко Р. Ю.**, к.т.н., доцент, **Грищенко В. В.**, ст. викладач, **Пашенко О. Л.**, ст. викладач, **Шевченко А.А.**, асистент

Національний Університет «Одеська Морська Академія» (Україна)

Вступ. В сучасній морській навігації стають частішими такі методи втручання в роботу глобальної навігаційної супутникової системи (ГНСС (GNSS [1])) за рахунок кібератак на приймач ГНСС, такі як *Jamming* (глушіння), де таке втручання відбувається шляхом випромінювання на частотах роботи супутників сигналів з шумовою модуляцією засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ) з потужністю, яка значно перевищує потужність сигналів, що надходять від різних супутників і приймач перестає надавати координати користувачам які потрапляють в зону дії шумового сигналу. *Spoofing* (підробка) – передбачає випромінювання засобами РЕБ підроблених сигналів (на тих же частотах і з такою же модуляцією, яку використовують передавачі супутників), які завдяки їх підвищеною потужністю по зрівнянню з сигналами від супутників заміщають ці сигнали в приймачах ГНСС, що змушує приймачі обчислювати невірне положення суден та/або час і як наслідок відхилення від курсу, мають негативні наслідки для засобів навігації та зовнішнього зв'язку, які використовують або дані про координати і точний час, або безпосередньо використовуються для синхронізації роботи прибору, тощо.

Актуальність досліджень. Судноводії повинні знати, як використовувати дублююче обладнання та перевірити точність інформації про місцеперебування за допомогою різних дублюючих засобів, наприклад таких як наземні радіонавігаційні засоби типу Лоран, різні радіолокаційні засоби та інші. Необхідність надбання судноводіями знань та умінь з управління кіберризиками на морських суднах пов'язана з керівними принципами ІМО в області забезпечення кібербезпеки згідно відповідних резолюцій ІМО [2, 3].

Постановка задачі. Задача захисту приймачів ГНСС розбивається на два основних блока – виявлення (детектування) кібервтручання та визначення його типу (при джаммінгу видається відмова приймача від видачі координат, а при спуфінгу відбувається зміщення значень координат). Другим етапом обираються подальші дії щодо захисту приймача ГНСС.

Існує ряд методів захисту від глушіння та спуфінгу приймачів ГНСС [4]:

- Використання антенних решіток для просторого розділення корисних і завадових сигналів за рахунок придушення бокових пелюсток діаграми спрямованості антенної решітки з напрямку приходу завадового сигналу та з високим коефіцієнтом посилення головного пелюстка діаграми спрямованості з напрямку приходу корисних сигналів від супутників, з використанням або адаптивного або зонального методів придушення бокових з урахуванням наявності апріорних даних о можливих напрямках приходу

завадових сигналів. Такий підхід до захисту приймачів ГНСС використовуються як у разі *Jamming*, так і у разі *Spoofing* [5].

- Застосування алгоритмів розділення та придушення спуфінгових (завадових) сигналів з використанням спектральних методів розділення сигналів з урахуванням доплірівського зсуву спектру корисних сигналів від супутників, за рахунок відповідної обробки сигналів у приймачі ГНСС [6]. Така обробка може також використовуватися сумісно з просторовою обробкою з використанням антенної решітки;
- Спектральної та просторової селекція сигналів (з використанням кореляційних матриць та за допомогою компенсаційного підходу) у разі кібервтручання типу *Spoofing*.
- Інтеграція приймачів ГНСС з дублюючими системами (back-up systems) навігації такими як: інерційні вимірювальні модулі гірокомпаса; наземні засоби радіонавігації типу Лоран; додаткова інтеграція цих радіонавігаційних засобів з АІС, враховуючі той фактор що супутникова АІС більш захищена чим наземна [7, 8]; радіолокаційні буї (типу Ramarks, наприклад) сумісно з буями, які передають DGPS Corrections; Радіостанцій визначення напрямку (Radio Direction-Finding Station) сумісно зі станціями, які передають сигнали точного часу (наприклад Radiobeacons and QTG Stations); різні системи з використанням режиму R-mode.
- Для підвищення точності, надійності (у тому числі кіберзахищеності) застосовують інтеграцію двох або більше різних ГНСС, за рахунок використання універсальних приймачів, які налаштовані на прийом сигналів від кількох ГНСС. Таки інтегровані системи з використанням вказаних приймачів отримали назву Satellite Based Augmentation Systems (SBAS).
- Сумісні методи відновлення працездатності.

У цій публікації колектив авторів пропонує можливі підходи до захисту приймача ГНСС від кібератак. Розглянемо більш ретельно два основні етапи – 1) виявлення кібератаки; 2) власне захисту з використанням просторових методів поділу сигналів (корисного від супутника та того, що заважає – від засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ)).



а

б

Рисунок 1. Кібервтручання за допомогою «підробки» перешкод на транспондері AIS, інтегрованому з радаром. Розслідується ситуація з дислокацією позначок АІС на екрані радара до кібервтручання (а) і після нього (б). Спостерігаються суттєві відповідні зміни дислокації міток АІС.

Поєднання технічних і процедурних методів захисту при кібератаках на ГНСС і АІС в найпростішому варіанті захисту використовує виключно радіолокаційні позначки в рамках засобів автоматичної радіолокаційної прокладки ЗАРП. В більш складному варіанті захисту

можна використовувати просторове розділення сигналів супутників і сигналу кібератаки від наземного джерела як для загального приладу ГНСС, так і для вбудованого в АІС, а також використання кореляційно - фільтрових методів виділення слабких сигналів супутників на тлі потужного сигналу кібератаки від наземного джерела, з урахуванням суттєвої різниці в фазовій структурі сигналів від наземного джерела і супутникових сигналів за рахунок доплерівського спектра останніх.

Результати досліджень.

На рисунку 1 можна побачити візуалізацію монітора РЛС Sperry Marine та лабораторного дослідницького стенду AIS-DSC-ID (ID- Information Display), що знаходиться в лабораторії тренажерного центру ГМЗЛБ НУ ОМА, де показано зображення до кібератаки типу навмисного порушення сигналу GNSS/GPS під назвою «спуфінг» (spoofing-підробка) - а, і після - б.

ЛІТЕРАТУРА

1. Radio Aids to Navigation (Radio direction-finding station, Radio Beacons (Racons and Ramarks)), Satellite Navigation Systems, Radio Time Signals and Electronic Position Fixing Systems. ALRS , Vol 2, (282), 2003/04, pp. 1-269.
2. Кошевий В.М., Харченко Р.Ю., Ткачук Т.П. Управління кіберризиками на морі для електромеханіків // Матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 22.11.2023 - 23.11.2023. – Одеса: НУ ОМА, 2023.<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/SEEEA-2023.22.11.23.pdf>
3. Шишкін О.В. Підготовка фахівців з кібербезпеки на морському транспорті / О.В. Шишкін, Р.Ю. Харченко // Матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 22.11.2023 - 23.11.2023. – Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.172-175. <http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/SEEEA-2023.22.11.23.pdf>
4. Jamming and Spoofing of Global Navigation Satellite Systems (GNSS). INTERTANKO 2019
5. Koshevyy, V., & Shevchenko, A. (2020). Antenna for Marine Radar with Supperdirectivity Properties. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 14(2), 317–324. <https://doi.org/10.12716/1001.14.02.06>
6. Koshevyy, V., & Pashenko, O. (2019). Periodic Compound Multiphase Signals with an Additional Amplitude Modulation investigation for Marine Radars. 2019 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), 1–5. <https://doi.org/10.1109/ukrmico47782.2019.9165374>
7. 3.Koshevyy V.M., Shyshkin O.V. Standardization of Interface for VHF, MF/HF Communication Using DSC within Its Integration with INS in the Framework of e-Navigation Concept. // TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 13, No. 3 – September 2019, pp. 593 – 596. DOI: 10.12716/1001.13.03.15
8. Hristos Karahalios. Appraisal of a Ship's Cyber security efficiency the case of piracy. Journal of Transportation Security. Published online: 27 September 2020. <https://doi.org/10.1007/s12198-020-00223-1>

УДК 004:[378:656.61

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ МОРЯКІВ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

Кравченко С.В., курсант групи 1405, керівник **Козаченко О.Ю.**, старший викладач

Національний університет «Одеська Морська Академія», Україна

Вступ: Сучасний світ, особливо в галузі морської справи, стрімко змінюється під впливом нових технологій. Морський транспорт, який є важливим елементом глобальної економіки, вимагає не лише високого професіоналізму від моряків, але й готовності працювати з новітніми цифровими системами. Підготовка моряків завжди була складним і

відповідальним процесом, проте цифровізація змінює не лише підхід до навчання, але й структуру морських професій.

Ця стаття присвячена розгляду сучасних інноваційних методів підготовки моряків, зокрема використанню симуляторів, онлайн-курсів та цифрових платформ. Увага буде приділена також тому, як цифрові інструменти підвищують рівень безпеки і ефективності роботи моряків.

Використання симуляторів у підготовці моряків

Однією з найважливіших інновацій у навчанні моряків є впровадження симуляторів. Навчальні симулятори дозволяють створювати умови, максимально наближені до реальних, при цьому виключаючи ризик для життя та безпеки людей. Це дає можливість морякам відпрацьовувати навички керування судном, роботи з навігаційними системами, а також реагування на надзвичайні ситуації.

Серед найбільш використовуваних технологій слід відзначити:

Kongsberg Maritime — це високоточні симулятори, які відтворюють реалістичні морські умови, дозволяючи морякам відпрацьовувати навички навігації, швартування суден і взаємодії з портовими службами.

Transas Marine — платформа для навчання, що включає як симулятори для практичних завдань, так і рішення для аналізу аварійних ситуацій. Ця система дозволяє інтегрувати різні дані, аналізувати їх та приймати рішення в реальному часі.

VSTEP NAUTIS — сучасна система симуляторів для підготовки моряків, що охоплює не лише основи навігації, але й аварійно-рятувальні операції, управління вантажами та екологічні операції на судні.

Симулятори радіозв'язку та аварійного зв'язку

Окрім технічних і навігаційних симуляцій, морякам важливо вміти працювати з аварійними системами зв'язку. GMDSS Simulator дозволяє відпрацьовувати використання Глобальної морської системи зв'язку при лихах, відправку сигналів "Mayday", координування допомоги та інші важливі аспекти в кризових ситуаціях.

Глобальні морські тренажери для складних операцій

Сучасні симулятори, як-от Mistral Naval Simulator і K-Sim Offshore, дають можливість практикувати виконання складних морських операцій. Зокрема, вони дозволяють морякам відпрацьовувати роботу з буровими платформами, рятувальні операції та буксирування в умовах сильного шторму чи нафти. Ці симулятори навчають моряків швидко адаптуватися до екстремальних умов і непередбачуваних сценаріїв.

Ці симулятори дозволяють імітувати різні погодні умови, аварійні ситуації на морі, поломки суднових систем і багато іншого. Це важливо для розвитку швидкої реакції та прийняття правильних рішень у складних умовах. Крім того, моряки мають можливість відпрацьовувати процедури взаємодії з іншими членами екіпажу і береговими службами в умовах імітованого реального часу.



Рис. 1 VSTEP NAUTIS



Рис. 2 TRANSAS TGS 5000



Рис. 3 ECA Group Naval Simulator MISTRAL 4000

Цифрові платформи для навчання

З розвитком технологій освіта для моряків все частіше переноситься у віртуальний простір. Впровадження онлайн-курсів та цифрових платформ для навчання стало новим етапом у підготовці моряків. Такі платформи дозволяють морякам навчатися у зручний для них час, підвищувати свої знання та проходити спеціалізовані тренінги дистанційно, без необхідності фізичної присутності в навчальному закладі.

Серед таких платформ можна виділити:

Marine Learning Systems (MLS) — платформа для навчання та управління підготовкою моряків, що надає широкий спектр навчальних матеріалів і тестів. Вона також дозволяє створювати індивідуальні програми підготовки для різних рівнів кваліфікації моряків.

Seably — глобальна цифрова платформа для морської освіти, яка пропонує як безкоштовні, так і платні курси. Серед тем — безпека на судні, використання систем навігації, управління екіпажем та інші.

Можливості для практичного навчання в умовах штучного інтелекту

Платформа Smart Ship Hub використовує штучний інтелект для створення персоналізованих навчальних планів, які підлаштовуються під знання і навички моряка. Система автоматично відслідковує прогрес кожного курсанта, надаючи рекомендації щодо тем, які слід посилити, що значно підвищує ефективність навчання.

Платформи часто пропонують інтерактивні курси, що включають відеолекції, тести, моделі ситуацій для аналізу та інші інтерактивні елементи, які полегшують засвоєння матеріалу. Важливим аспектом є також постійне оновлення інформації на таких платформах відповідно до змін у законодавстві, нових технологій і стандартів.

Інноваційні підходи до безпеки

Цифровізація впливає не лише на технічну підготовку, але й на питання безпеки. Сучасні технології, такі як системи віддаленого моніторингу стану судна, автоматизовані системи навігації та системи попередження аварій, вимагають від моряків нових знань та навичок. Крім того, під час підготовки моряків усе більше уваги приділяється таким аспектам, як кібербезпека. У сучасному світі, де судна є високотехнологічними об'єктами, вони стають вразливими до кібератак. Це потребує нових підходів до навчання моряків – вони повинні вміти захищати як себе, так і судно від можливих інформаційних загроз.

Fleet Management Systems (FMS) — це сучасна система, яка дозволяє відстежувати стан судна в реальному часі, попереджати про технічні несправності та оптимізувати маршрути.

Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) — це електронна система, що дозволяє морякам вести точну навігацію та відслідковувати безпечність маршруту судна. Вона є однією з ключових технологій для сучасних мореплавців.

Технології для боротьби з кібератаками

Системи, як-от Cyber Security Suite for Maritime від Marlink, включають засоби моніторингу та захисту судна від кіберзагроз, а також надають морякам базову підготовку в області кібербезпеки. Це включає вивчення методів захисту від фішингових атак, шкідливого програмного забезпечення та інших кібератак, які можуть паралізувати роботу судна.

Системи раннього попередження на базі аналізу великих даних

Predictive Maintenance Systems (PMS) дозволяють прогнозувати можливі технічні несправності на судні на основі великих даних. Вони аналізують параметри суднових систем у реальному часі, попереджаючи екіпаж про потенційні проблеми до їх виникнення, що знижує ризики аварійних ситуацій.

Висновки

Цифровізація морської галузі значно змінює підходи до підготовки моряків. Використання симуляторів, онлайн-курсів та цифрових платформ робить процес навчання більш ефективним, безпечним і доступним. Моряки можуть готуватися до складних умов роботи на морі, розвивати необхідні навички без ризику для життя, а також постійно підвищувати свою кваліфікацію.

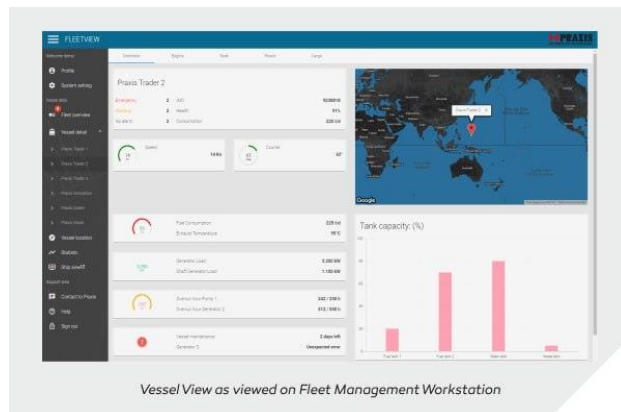


Рис. 4 Fleet Management System

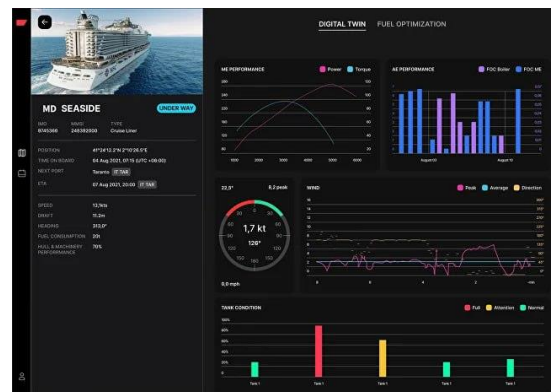


Рис.5 Predictive Maintenance System

Інноваційні методи підготовки моряків дозволяють забезпечити високий рівень безпеки та ефективності морських операцій, а також готують моряків до роботи в умовах швидкоплинних технологічних змін. Саме тому інтеграція цифрових рішень у навчальний процес є ключовим етапом розвитку морської індустрії.

ЛІТЕРАТУРА

1. [NAUTIS Home](#)
2. [WECDIS Equipment and Marine Simulators for Naval Training](#)
3. [Navigation Systems – Kongsberg Maritime](#)
4. [Seably | Training for the Maritime Professional](#)
5. [Naval Simulators](#)
6. [Marlink](#)
7. [VoyageX AI](#)
8. [Використання електронних картографічних та навігаційно-інформаційних систем \(ЕКНІС\)](#)
9. [Глобальная морская система спасения при бедствиях \(ГМССБ\). Морський форум України](#)
10. [Digital Platform For Global Maritime](#)
11. [Marine Learning Systems](#)
12. [Predictive Maintenance](#)

ДОСЯГНЕННЯ У РОЗВИТКУ АВТОНОМНИХ СУДЕН

Кравченко Р.В., аспірант, **Сікірін В.Є.**, к.т.н, доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ

Розвиток автономних суден є одним із найбільш обговорюваних напрямів у сучасній морській індустрії. Протягом останнього десятиліття дослідження та розробки в цьому напрямку значно посилились через низку факторів: стрімке вдосконалення штучного інтелекту (ШІ), розвиток технологій сенсорного контролю, потребу в зниженні експлуатаційних витрат, підвищення рівня безпеки на морі, а також зменшення негативного впливу на екологію. Згідно з дослідженнями Міжнародної морської організації (ІМО), автономні судна можуть суттєво змінити традиційний підхід до судноплавства, ставши основою для створення нової, ефективної та більш екологічної системи морських перевезень.

Актуальність теми

В умовах зростаючої глобалізації та збільшення обсягів морських перевезень забезпечення безпеки та оптимізації процесів стає надзвичайно важливим. Щороку зростає кількість аварій на морі, багато з яких пов'язані з людським фактором. Це стимулює інвестиції в розробку технологій, які можуть мінімізувати такі ризики. Окрім того, автономні судна дозволяють зменшити витрати на екіпаж, забезпечуючи при цьому безперервне транспортування вантажів без необхідності змін екіпажу або їх відпочинку. Наприклад, дослідження показують, що використання автономних суден дозволяє знизити витрати на 20-30%, що є значною економією для судноплавних компаній.

Постановка задачі

Ця стаття спрямована на аналіз останніх досягнень у розвитку автономних суден, а також на розгляд поточних проблем і перспектив розвитку. Для цього проведено огляд основних технологічних рішень, які наразі застосовуються в автономних суднах, а також досліджено успішні приклади їх комерційного використання. У роботі розглянуто технології навігації, енергозбереження та забезпечення безпеки, а також їхню інтеграцію в автономні судна для досягнення стабільного функціонування в різних умовах.

Основні досягнення у розвитку автономних суден

Інноваційні системи навігації та управління

Системи навігації є основою для функціонування автономних суден. Одним із ключових аспектів автономного судноплавства є здатність суден розпізнавати об'єкти та уникати зіткнень без втручання людини. Розробки компанії Rolls-Royce та Kongsberg Maritime є одними з найвідоміших у цій галузі. Вони застосовують ШІ та машинне навчання для створення навігаційних систем, які можуть аналізувати тисячі об'єктів одночасно, оцінюючи їхню швидкість, напрямок та потенційну загрозу. Крім того, новітні системи враховують зміни умов на морі, такі як хвилі, вітер, обмежена видимість. Таким чином, автономні судна здатні приймати оперативні рішення навіть у складних умовах.

Покращення безпеки та стабільності

В умовах, коли безпека є пріоритетом, автономні судна мають значні переваги. Проект YARA Birkeland, що отримав широке визнання у всьому світі, використовує інноваційні сенсори та стабілізаційні системи, які дозволяють підтримувати курс і стабільність судна навіть за несприятливих погодних умов. Важливою складовою таких систем є використання інтелектуальних алгоритмів, які здатні реагувати на зміни в навколишньому середовищі за мілісекунди, забезпечуючи захист від аварій. Автономні судна можуть також самостійно реагувати на небезпечні ситуації, такі як наближення до інших об'єктів, що значно знижує ризик зіткнень.

Екологічність та енергоефективність

Один із пріоритетів автономного судноплавства – це екологічність. Більшість автономних суден розробляються з орієнтацією на енергоефективність та мінімальні викиди. Компанія Wärtsilä, один із світових лідерів у розробці автономних технологій, створює енергетичні системи, які здатні оптимізувати використання енергії судна, поєднуючи традиційне паливо з відновлюваними джерелами. Дослідження показують, що впровадження автономних технологій дозволяє знизити викиди CO₂ до 10-15% в порівнянні з традиційними суднами, що має позитивний вплив на навколишнє середовище.

Перспективи комерційного впровадження

Комерційні судноплавні компанії активно інвестують в автономні технології, адже вони дають змогу значно скоротити витрати на експлуатацію та підвищити ефективність роботи флоту. У Японії та Норвегії вже діють автономні вантажні судна, що виконують короткі рейси між портами. Крім того, розробляються автономні буксири та поромні судна для забезпечення транспортування вантажів на невеликі відстані. Проте, для глобального впровадження автономних суден потрібна адаптація міжнародного законодавства і розробка стандартів для їх експлуатації, що може зайняти певний час.

Соціальні та економічні аспекти

Впровадження автономних суден викликає низку соціально-економічних питань. З одного боку, скорочення екіпажу дозволяє знизити витрати для судноплавних компаній, однак водночас це може призвести до зменшення робочих місць для моряків. З іншого боку, розвиток автономних суден створює нові можливості у сфері технічного обслуговування та керування автономними системами. Важливо враховувати, що автономне судноплавство потребує підготовки нових спеціалістів для обслуговування таких технологій, що може створити попит на нові професії.

Кібербезпека та технічні виклики

Автономні судна, оснащені системами на основі ШІ, стають об'єктом потенційних кібератак. Захист від кіберзагроз є ключовим завданням для забезпечення безпеки таких суден. Сучасні технології дозволяють виявляти та попереджати кіберзагрози, проте їх удосконалення потребує значних інвестицій та розробки нових стандартів безпеки. Більше того, використання технологій автоматизації вимагає регулярного оновлення програмного забезпечення та технічного обслуговування, що становить додатковий виклик для компаній.

Висновки

Розвиток автономних суден відкриває нові перспективи для морської індустрії, забезпечуючи підвищення ефективності, безпеки та екологічності морських перевезень. Завдяки інтелектуальним технологіям і автоматизації, автономні судна мають потенціал стати невід'ємною частиною глобального судноплавства. Проте широке впровадження цих технологій потребує розв'язання ряду технічних, правових і соціальних питань, які можуть стати викликом для морської галузі. Майбутні дослідження мають зосередитися на вдосконаленні безпеки, енергоефективності та кіберзахисту автономних суден для досягнення більшої надійності та популяризації цих технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rolls-Royce і розвиток автономного судноводіння. Офіційний сайт Rolls-Royce, 2023. Доступно: <https://www.rolls-royce.com>.
2. S. E. Maltsev, "Navigation device for decision-making support for the automatic planning of vessel movement by trajectory points at entry / exit of the port," Science and Education a New Dimension, VII (206) (25), 2019, pp. 42–47.
3. YARA Birkeland: перше автономне комерційне судно. Офіційний сайт Kongsberg Maritime, 2022. Доступно: <https://www.kongsberg.com>.
4. Wärtsilä: Енергетичні системи для автономних суден. Офіційний сайт Wärtsilä, 2023. Доступно: <https://www.wartsila.com>.

ІНТЕГРАЦІЯ ІТ У НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДЕН

Крупчак К.О., курсантка гр.1504, **Козаченко О.Ю.**, старший викладач

Національний університет "Одеська морська академія", Україна

ВСТУП. Управління морськими операціями як в морі, так і на березі стає все більш інтегрованим завдяки цифровим технологіям. У сучасному світі морська індустрія продовжує активно розвиватися, одночасно стикаючись з багатьма викликами, зокрема підвищенням вимог до безпеки, ефективності та екологічної стійкості. Нові проекти використовують цифрові засоби для покращення зв'язку, співпраці та ухвалення рішень через збір, обмін і аналіз даних. Галузь морської інформатики (застосування інформаційних технологій для підвищення ефективності, безпеки, екологічної та соціальної стійкості у сфері світового судноплавства) займається дослідженням, як цифровізація і дані можуть ефективно використовуватись у морській індустрії, щоб забезпечити злагоджену взаємодію між суднами та береговими структурами. Інтеграція інформаційних технологій (ІТ) в навігаційні системи суден стала ключовим інструментом для досягнення цих цілей. Сучасні цифрові рішення дозволяють в реальному часі отримувати дані про навігаційні та операційні параметри судна, що покращує процес прийняття рішень, оптимізує маршрути та підвищує загальну ефективність управління судном.

ГОЛОВНІ АСПЕКТИ В РОБОТІ ІТ. У морській галузі ІТ відіграє вирішальну роль в удосконаленні управління судном за рахунок інтеграції передових технологій для моніторингу та управління різними аспектами судових операцій. Ось як ІТ застосовується конкретно до управління морським флотом:

Моніторинг в режимі реального часу: пристрої ІТ на судах безперервно відстежують ключові параметри, такі як споживання палива, продуктивність двигуна, цілісність корпусу судна і стан навколишнього середовища. Ці дані передаються в режимі реального часу в центральні системи, де вони аналізуються, щоб отримати уявлення про експлуатаційний стан судна.

Прогнозоване технічне обслуговування: аналізуючи дані з різних пристроїв, системи ІТ можуть передбачити потенційні несправності обладнання ще до того, як вони виникнуть. Це дозволяє проводити своєчасне технічне обслуговування і ремонт, скорочуючи час простою і запобігаючи дорогим поломкам.

Оптимізація маршрутів: допомагає оптимізувати навігаційні маршрути на основі даних в реальному часі, таких як погодні умови, морські течії і трафік. Це призводить до високого рівня безпеки завдяки автоматизованим системам оповіщення та відстеження, що знижує ризик зіткнень і полегшує координацію в екстрених ситуаціях.

Дотримання екологічних норм: завдяки зниженню витрат палива, зменшуються викиди CO₂, забезпечуючи відповідність суден міжнародним нормам. Це має вирішальне значення для уникнення штрафів і підтримки сталої роботи.

ОСНОВНА ЧАСТИНА. У сучасній навігації активно впроваджуються новітні інтернет-технології, що забезпечують підвищену безпеку, зручність у роботі та економію. Окрім традиційних систем, таких як ECDIS (електронні картографічні та інформаційні системи навігації) та AIS (автоматична ідентифікаційна система), на судах використовують наступні системи :

1. Хмарні та Fog-Computing платформи (Cloud Center or Fog Cloud)

З розвитком ІТ у морській сфері виникає потреба у безперервній передачі даних між судном та береговими центрами управління. Хмарні платформи, що поєднують fog computing, забезпечують швидку обробку інформації завдяки локальним серверам (fog-компоненти), які знаходяться ближче до суден і зменшують затримки. Це особливо важливо для зон з високою концентрацією суден, таких як порти, де може виникати перевантаження зв'язку. Ця

технологія дозволяє одночасно обробляти і аналізувати дані з різних суден, що забезпечує безпечнішу навігацію та покращує координацію.

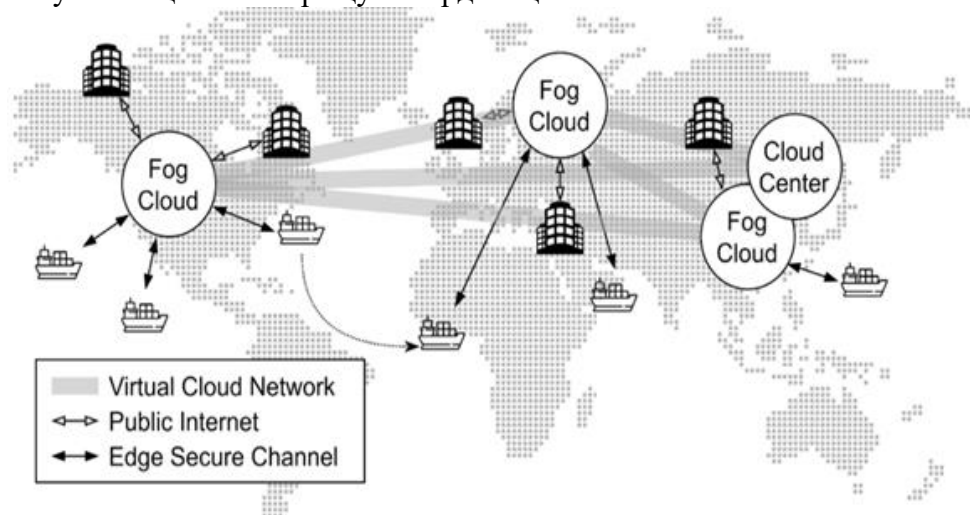


Рисунок 1. Схема роботи хмарної платформи
2. Системи запису даних рейсу (VDR)

Цей пристрій працює як «чорна скринька» на судні, зберігаючи дані про навігацію, розташування, швидкість та інші параметри. Окрім розслідувань після аварій, його використовують для планування обслуговування, аналізу роботи судна і попередження несправностей, що знижує витрати на утримання.

3. Кібербезпека

Оскільки багато сучасних суден підключені до глобальних мереж, їх системи навігації та комунікацій піддаються ризику кіберзагроз. Особливу увагу приділяють розмежуванню IT та операційних технологій, щоб запобігти доступу кіберзлочинців до систем управління судном. Всі, хто перебуває на борту, включаючи екіпаж, постачальників, виробників обладнання, інтеграторів, інспекторів портів і класів тощо, повинні бути навчені не користуватися картами пам'яті, які можуть містити віруси або шкідливе програмне забезпечення. Судновласникам необхідно вийти за рамки вимог ІМО щодо управління кіберризиками та інвестувати в повні пакети розширених рішень для виявлення кіберзагроз, захисту та реагування на них. Їм потрібні спеціально розроблені страхові пакети та послуги за викликом, які допоможуть у разі загрози безпеці або порушення, а також у разі необхідності відновлення.

4. Цифрові двійники та інноваційні судна

Технологія цифрових двійників дозволяє створювати віртуальну модель судна, що відображає його фізичний стан у реальному часі. Це дає змогу операторам здійснювати постійний контроль за основними системами судна та вчасно реагувати на будь-які відхилення. Іноваційні або смарт-судна, обладнані IT-рішеннями, можуть функціонувати з мінімальним втручанням людини, що робить їх більш автономними. Такі судна оснащені AI, LIDAR, радіолокаційними системами та камерами, що дозволяють безпечно орієнтуватися в морі. Хоча повністю автономні судна ще перебувають на етапі тестування, але вже у 2025 році запланований проєкт смарт-судна до спуску на воду - Earth 300, який може похвалитися вражаючою довжиною у 300 метрів і буде повністю оснащений інтегрованими технологіями. Судно буде більшим за «Титанік» і стане одним з найбільших атомних кораблів у світі. По суті, це буде як плавучий комп'ютер, оскільки більша частина судна буде заповнена науковим обладнанням, яке флот кліматологів буде використовувати для збору даних в режимі реального часу. Поєднання вбудованих датчиків, штучного інтелекту, робототехніки, машинного навчання та обробки даних у реальному часі дозволить осмислити дані, а також перший у світі комерційний океанський квантовий комп'ютер. Вся зібрана інформація буде у

відкритому доступі та надаватиметься іншим кліматологам в рамках місії з об'єднання науки та досліджень для вирішення одних з найбільших викликів на Землі.



Рисунок 2. Earth 300 - інноваційне судно

5. Контроль за викидами та екологічний моніторинг

Вимірювання викидів та контроль за станом навколишнього середовища стали обов'язковими для багатьох судноплавних компаній через міжнародні норми щодо скорочення викидів. Завдяки ІТ датчикам можна в режимі реального часу контролювати кількість шкідливих викидів, оптимізувати роботу двигунів та використовувати дані для забезпечення відповідності екологічним стандартам.

Evolution EMS - комплексне рішення для моніторингу викидів, яке надає дані про викиди від усіх джерел вихлопних газів на борту судна в режимі реального часу. Ці дані передаються на місток, де їх можна відстежувати та аналізувати, що дозволяє екіпажу судна приймати швидкі та обґрунтовані рішення.

Впроваджуючи розвиток EMS та інші практики моніторингу викидів, судові оператори можуть значно покращити екологічні показники своїх суден.

Наприклад, компанія Royal Caribbean Cruises Ltd впровадила комплексну систему моніторингу викидів і досягла 19% скорочення викидів CO₂ на своїх суднах. Ще одна історія успіху - данська судноплавна компанія Maersk, яка скоротила свої викиди CO₂ на 43% завдяки впровадженню різних заходів зі скорочення викидів, включаючи моніторинг.

ВИСНОВОК. Інтеграція інформаційних технологій у навігаційні системи суден суттєво змінює судноплавство, підвищуючи рівень безпеки та ефективності навігації. Завдяки використанню інтелектуальних систем, управління судном стає більш точним, інформативним та прогнозованим. Переваги ІТ для морської галузі значні: зниження витрат, підвищення безпеки, екологічна стійкість та оптимізація маршруту — все це стало можливим завдяки інтеграції цифрових технологій.

Проте існують виклики, зокрема пов'язані з кібербезпекою та вартістю впровадження нових технологій, які вимагають ретельного вирішення. З огляду на це, подальше дослідження та інвестиції у морську ІТ-інфраструктуру є необхідними для створення ще безпечнішого та ефективного судноплавства.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/key-technologies-impacting-shipping-in-2024-78852>
2. <https://www.martek-marine.com/emissions-monitoring/importance-of-ems/>
3. Kongsberg Maritime. "Maritime Digital Solutions and Navigation Safety."
4. <https://m.kauno.diena.lt/naujienos/klaipeda/miesto-pulsas/prasideda-ispudingu-laivu-era-1023337>
5. Super Yacht Industry issue 3 2021 https://issuu.com/marcogeels/docs/syi_16-3_totaal_lr
6. <https://www.shipuniverse.com/from-data-to-decisions-leveraging-iot-for-optimized-fleet-performance/>

ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ПАЛИВА У МОРСЬКОМУ СУДНОПЛАВСТВІ

Кубрак В.В., аспірант 1 року навчання, науковий керівник Голіков А.О., к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ

Судноплавна галузь є одним із ключових елементів світової економіки, забезпечуючи до 80–90% обсягів міжнародної торгівлі. Попри високу ефективність з точки зору викидів CO₂ на одиницю ваги вантажу, цей сектор залишається одним із найбільших джерел глобального вуглецевого сліду, що становить близько 3% усіх світових викидів парникових газів (ПГ). Основною причиною цього є великий обсяг перевезень та сильна залежність від викопного палива.

Зростаючий тиск з боку міжнародного співтовариства на досягнення вуглецевої нейтральності стимулює перегляд стратегій у судноплавній галузі. Міжнародна морська організація (ІМО) встановила амбітну мету — досягти нульових чистих викидів приблизно до 2050 року. Для цього потрібні інноваційні технологічні рішення та скоординовані дії всіх учасників галузі.

Дані Міжнародного агентства з питань відновлюваної енергії (IRENA) підкреслюють нагальну необхідність прискорення декарбонізації світової економіки для обмеження глобального потепління до 1,5°C. Судноплавство, на яке припадає близько 70% світових енергетичних викидів, могло б, за масштабами впливу, займати шосте чи сьоме місце серед країн із найбільшими викидами CO₂.

Основну частку викидів у галузі створюють балкери, контейнеровози та нафтоналивні танкери, які складають лише 20% світового флоту, але відповідальні за близько 85% загальних чистих викидів ПГ. Ці показники демонструють, наскільки актуальним є завдання пошуку сталих технологічних рішень для декарбонізації палива у морському судноплавстві.

Актуальність проблеми

Перешкоди на шляху декарбонізації палива у морському судноплавстві

Суднове паливо проходить дуже тернистий шлях до декарбонізації через численні технічні, економічні та нормативні виклики. Хоча певні позитивні зміни вже відбуваються, їх темпи недостатні для досягнення цілей нульових викидів. Основними перешкодами залишаються:

1. Відсутність життєздатних альтернативних видів палива

Незважаючи на активні дослідження скрапленого природного газу, водню, аміаку, екологічного метанолу, біопалива та інших альтернатив, жоден із цих варіантів не став універсальним рішенням для галузі. Проблеми масштабування, економічної доцільності та екологічної стійкості уповільнюють перехід.

2. Значні економічні витрати на впровадження інноваційних технологій

Початкові інвестиції у модернізацію флоту або будівництво нових суден, що працюють на екологічному паливі, є однією з головних перешкод для декарбонізації морського судноплавства. Ці витрати включають кілька аспектів, які значно впливають на економічну доцільність переходу до екологічно чистих технологій.

Адаптація існуючого флоту до використання альтернативного палива, такого як водень чи аміак, вимагає значних технічних змін. Це може включати встановлення нових паливних систем, модернізацію двигунів та систем зберігання палива. Подібні модифікації часто є дорогими і можуть перевищувати половину вартості самого судна.

Проектування та будівництво суден, які використовують альтернативне паливо, є складним і затратним процесом. Такі судна вимагають інноваційних технологій, які лише починають впроваджуватись у промислових масштабах. Вартість нових екологічних суден

часто перевищує ціну традиційних на 20–40%, що створює економічні бар'єри для їхнього впровадження.

3. Повільний розвиток інфраструктури

Розвиток інфраструктури, необхідної для виробництва, зберігання та розповсюдження альтернативного палива, залишається серйозною проблемою, хоча збільшення потужностей відбувається безперервно.

Постановка задачі

Шляхи прискорення декарбонізації палива у морському судноплавстві

Подолання викликів, пов'язаних із декарбонізацією палива, потребує комплексного та інноваційного підходу. Для цього важливо сфокусуватися на ключових напрямках, які можуть стати каталізаторами змін і стимулювати розвиток у пов'язаних сферах. Одним із ефективних підходів є триетапна стратегія, подібна до тієї, яку запропонувала компанія Hanwha Group, спрямована на розвиток технологій та створення стійкої екосистеми.

1. Фокус на каталізаторах змін

Основу процесу декарбонізації може становити розвиток «зелених суден», які є ключовим елементом скорочення викидів. Оскільки 85% викидів у галузі припадає на глибоководні судна, зусилля необхідно зосередити саме на цьому сегменті. Впровадження інноваційних технологій дозволить зменшити вуглецевий слід судноплавства, водночас забезпечуючи економічну доцільність нових рішень.

2. Інновації, тестування та масштабування

Для створення попиту на екологічно чисті судна потрібні практичні випробування нових технологій. Створення флоту, який слугуватиме випробувальним майданчиком для суден із нульовими або низьковуглецевими викидами, дозволить визначити найбільш ефективні рішення. Це також сприятиме підвищенню гнучкості судовласників у виборі екологічного палива, адаптованого до різних умов.

3. Співпраця та партнерство

Для масштабного впровадження «зелених» технологій необхідна тісна співпраця між усіма зацікавленими сторонами. Це включає партнерство між науково-дослідними установами, політиками, портовими адміністраціями та бізнесом. Важливим аспектом є узгодження глобальних правил і стандартів, що стимулюють інновації та сприяють їхньому широкому застосуванню.

Скоординовані зусилля приватного та державного секторів разом із міжнародною співпрацею створять умови для ефективної декарбонізації галузі. Масштабне впровадження нових технологій, підтримане чітким регулюванням, сприятиме прискоренню переходу до сталого судноплавства. Це дозволить розпочати нову еру, де екологічні та економічні інтереси перебуватимуть у балансі, а викиди будуть зведені до мінімуму.

Висновки

Створення необхідних умов для дослідження альтернативних видів палива у морському судноплавстві

Судноплавство є ключовою галуззю світової економіки, забезпечуючи до 90% міжнародної торгівлі. Попри високу енергоефективність, судноплавство залишається джерелом значних викидів парникових газів (2–3% від загальносвітового рівня). Викопне паливо, яке сьогодні домінує в судових двигунах, створює викиди CO₂, оксиди сірки та аміаку, що значно забруднюють довкілля. Тиск міжнародних організацій, науковців і громадськості спрямований на розробку та впровадження нових стратегій, які допоможуть зменшити вплив галузі на екологію.

У 2021 році морська галузь ініціювала план «Заклик до дії щодо декарбонізації судноплавства», підписаний 230 лідерами галузі, з метою досягнення нульових викидів до 2050 року. Проте дослідники ван Левен і Моніос вказують, що ця мета потребує ще більш

радикальних змін, включаючи повну заборону викопного палива в судноплавстві. Це підкреслює термінову необхідність у розробці альтернативних видів палива.

На сьогоднішній день двигуни суден переважно використовують мазут (HFO) і суднове дизельне паливо. Вони дешеві та надійні, але мають високий рівень викидів. Альтернативні види палива, такі як водень, аміак чи екологічний метанол, залишаються дорогими й технічно складними у використанні. Електрифікація придатна лише для коротких маршрутів, тоді як далекі рейси потребують незалежних запасів енергії на борту.

Альтернативне паливо є ключем до зменшення викидів, але недостатньо вирішити лише цю проблему. Інші важливі аспекти включають зміни в розмірах суден, вантажних операціях, технологіях і глобальній транспортній системі. Наприклад, дослідник Волш зазначає, що зниження швидкості суден також може значно скоротити викиди.

Для прискорення процесу декарбонізації у морському судноплавстві необхідно впроваджувати “зелені” технології. Це вимагає балансу між прибутком і суспільними потребами. Значні інвестиції в інфраструктуру, підтримка політиків і залучення громадськості є критично важливими. На думку соціологів, громадські консультації допомагають легітимізувати нові технології й уникнути соціального опору.

Успішна декарбонізація вимагає участі всіх зацікавлених сторін: судновласників, портових адміністрацій, державних органів і громадськості. Альтернативне паливо має бути екологічним, економічно вигідним і соціально прийнятним. Усі ці аспекти мають вирішуватися одночасно, щоб уникнути втрати ринків і забезпечити стаке майбутнє морського судноплавства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Dong K.K. Decarbonization of shipping: An ambitious global test bed for green ships sets sail. World Economic Forum Annual Meeting. January 15 – 19, 2024, Davos-Klosters, Switzerland. Вилучено з <https://www.weforum.org/agenda/2024/01/decarbonization-of-shipping-an-ambitious-global-test-bed-for-green-ships-sets-sail/> [Англійською].
2. International Renewable Energy Agency (October, 2021). Вилучено з https://www.irena.org/Digital-content/Digital-Story/2021/Oct/Shipping_Sector/detail [Англійською].
3. Carlisle, D.P., Feetham, P.M., Wright, M.J., Teagle D.A.H. (2023). Public response to decarbonisation through alternative shipping fuels. Environment, Development and Sustainability, (26), 20737 – 20756 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03499-0>. Вилучено з <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-023-03499-0> [Англійською].

УДК 621.396.932

ОЦІНКА ЙМОВІРНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛІ СУДНОВОЮ НАВІГАЦІЙНОЮ РЛС Х-ДІАПАЗОНУ

Купровський В.І., к.т.н., доцент кафедри «Електронні комплекси судноводіння»

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Однією з важливих характеристик навігаційної суднової РЛС (НРЛС) є ймовірність виявлення цілі за задане число циклів огляду. Але в технічній та експлуатаційній документації для більшості суднових станцій ця характеристика, як правило, не вказується. Це обумовлено складною залежністю згаданої ймовірності від умов пошуку, характеристик цілей, а також від характеристик та параметрів самої станції. Однак можна навести відносно простий спосіб оцінки ймовірності виявлення, коли пошукову ситуацію можна уявити у вигляді випадкового процесу марковського типу і обмежитися при цьому основними технічними та експлуатаційними характеристиками НРЛС.

У статті розглянуто алгоритм розрахунку ймовірності виявлення цілі для суднової НРЛС Х-діапазону FURUNO (FR-8122/FR-8062). Основні характеристики зазначеної станції, необхідні для розрахунку, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики НРЛС FURUNO (FR-8122/FR-8062)

Шкала дальності (nm)	Тривалість імпульсу τ , мкс	Частота зондування F , Гц	Швидкість обертання антени Ω , об/хв	Ширина діаграми спрямованості антени θ , град	Потужність в імпульсі, кВт
0,125 – 1,5	0,08	2100	48	1,9	12
1,5 – 3,0	0,3	1200	36	1,9	12
3,0 – 72,0	0,8	600	24	1,9	12

Пошук об'єкта з метою виявлення або пошукову ситуацію будемо розглядати як випадковий процес, хід і результат якого залежить від ряду випадкових факторів. Для кількісного опису процесу пошуку представимо його у вигляді марковського випадкового процесу з безперервним часом та дискретними станами. Реальні процеси пошуку можуть бути і немарківськими, проте складність їх аналізу, з одного боку, і неповнота інформації про них – з іншого, змушують зробити припущення про їх марківність, тобто знехтувати залежністю ймовірності виявлення від передісторій процесу.

При розгляді випадкових марківських процесів з безперервним часом і дискретними станами вводиться поняття потоку подій. Що стосується процесу пошуку, потік подій – це послідовність чи потік виявлень. У більшості пошукових завдань потік виявлень має такі властивості, як відсутність післядії, ординарність і стаціонарність, тобто є стаціонарним пуассонівським чи найпростішим потоком.

Використовуємо формулу розподілу Пуассона стосовно задачі пошуку та визначимо ймовірність P_m отримання заданого числа виявлень m за час пошуку t_n . Інтенсивність потоку виявлень γ (середнє число виявлень за одиницю часу) для стаціонарного пуассонівського потоку – величина постійна: $\gamma = \text{const}$.

Якщо розділити час пошуку t_n на k елементарних ділянок $\Delta t = t_n/k$, то математичне очікування числа виявлень на відрізок часу Δt дорівнює $\gamma \Delta t = \gamma t_n/k$. Враховуючи ординарність потоку, можна вважати, що ймовірність хоча б одного виявлення за час Δt приблизно дорівнює $P = \gamma t_n/k$.

Оскільки згідно з умовною відсутністю післядії число виявлень на інтервалах часу, що не перетинаються, незалежно, то виявлення на k ділянках можна розглядати як результат k незалежних дослідів і застосувати на цій підставі теорему про повторення дослідів. Відповідно до зазначеної теореми ймовірність $P_{m,k}$ того, що серед k інтервалів часу подія «виявлення цілі» матиме місце в m випадках, дорівнює

$$P_{m,k} = C_k^m \left(\frac{\gamma t_n}{k} \right)^m \left(1 - \frac{\gamma t_n}{k} \right)^{k-m}. \quad (1)$$

При $\Delta t \rightarrow 0$ ($k \rightarrow \infty$) ймовірність $P_{m,k}$ стає приблизно рівною шуканій ймовірності P_m отримання заданого числа виявлень m за час пошуку t_n

$$P_m = (\gamma t_n)^m e^{-\gamma t_n} / m!. \quad (2)$$

У виразі (2) величина γt_n – середня кількість виявлень за час пошуку t_n або потенціал виявлення U . Тоді

$$P_m = \frac{U^m}{m!} e^{-U}. \quad (3)$$

У багатьох випадках для задачі пошуку цілі досить єдиного виявлення, тобто важливо розрахувати ймовірність хоча б одного (не менше одного) виявлення протягом часу пошуку $P_1 = P_{m \geq 1}$:

$$P_1 = 1 - P_0, \text{ де } P_0 = \frac{U^0}{0!} e^{-U}, \text{ тобто } P_1 = 1 - e^{-U}.$$

Таким чином, ймовірність одного виявлення для стаціонарного пуассонівського потоку дорівнює

$$P_1 = 1 - e^{-U} = 1 - e^{-\gamma t_n}. \quad (4)$$

З даних таблиці 1 можна визначити час одного циклу огляду $t_n = \frac{\theta}{\Omega}$ та кількість випромінюваних імпульсів за один цикл огляду $N = \frac{\theta F}{\Omega}$. У разі можна вважати, що $N = \gamma$.

У таблиці 2 наведено розрахункові значення необхідних параметрів для НРЛС FURUNO (FR-8122/FR-8062): час одного циклу огляду t_n , кількість зондуючих імпульсів за цикл огляду N для різних частот повторення, потенціал виявлення U , енергетичний потенціал радіолінії за один цикл огляду E та ймовірність одного виявлення P_1 для різних шкал дальностей.

Таблиця 2 – Розрахункові значення основних параметрів НРЛС FURUNO (FR- 8122/FR-8062)

Шкала дальності (nm)	t_n (мс)	N	E (мДж)	U	P_1
0,125 – 1,5	6,6	14	13,4	0,092	0,096
1,5 – 3,0	8,8	11	38,6	0,097	0,102
3,0 – 72,0	13,2	8	76,8	0,106	0,112

Знаючи ймовірність одного виявлення за цикл огляду P_1 , враховуючи незалежність виявлень у кожному наступному циклі, можна визначити ймовірність виявлення цілей за n циклів огляду P_n

$$P_n = 1 - (1 - P_1)^n. \quad (5)$$

З графіків для P_n (рис.1) видно, що можливості виявлення цілей на різних шкалах дальностей приблизно збігаються. Це досягається з допомогою того, що зі збільшенням шкали дальності підвищується енергетичний потенціал радіолінії, оскільки зростає тривалість імпульсу та зменшується частота повторення. Розрахунок енергетичних характеристик радіолінії та оцінка їх впливу на ймовірність виявлення є досить складними. У наведеній методиці їх вплив враховується в оцінці потенціалу виявлення.

На рис.2 представлені ймовірності виявлення цілей під час роботи на різних шкалах дальностей залежно від часу спостереження. Так, за допомогою представлених кривих можна оцінити часовий інтервал, після якого ймовірність виявлення буде не менш заданої.

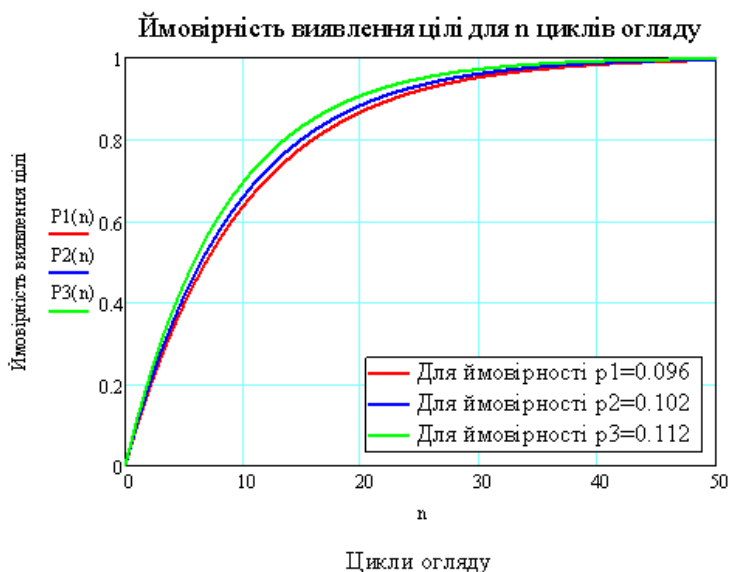


Рисунок 1 – Ймовірність виявлення цілей P_n за n циклів огляду НРЛС FURUNO (FR-8122/FR-8062)

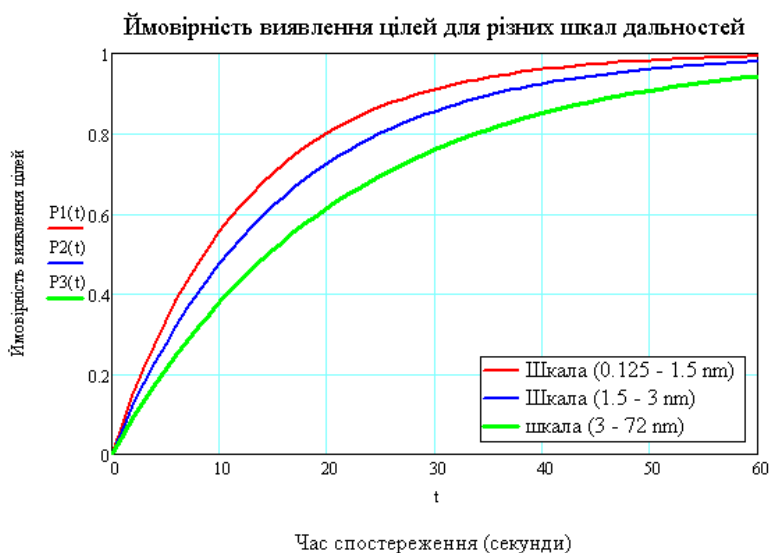


Рисунок 2 – Ймовірності виявлення цілей на різних шкалах дальностей НРЛС FURUNO (FR-8122/FR-8062) залежно від часу спостереження

Висновки:

1. Оцінку ймовірності виявлення цілі можна суттєво спростити, якщо пошукову ситуацію подати у вигляді випадкового процесу марковського типу з безперервним часом та дискретними станами.
2. Враховуючи такі властивості потоку виявлення цілей, як відсутність післядії, ординарність і стаціонарність, можна застосувати розподіл Пуассона для розрахунку ймовірності виявлення цілі за один цикл огляду.
3. З отриманих кривих ймовірностей виявлення (рис.2) можна оцінити час, необхідний для виявлення цілей із заданою ймовірністю під час роботи на різних шкалах дальності.

ЛІТЕРАТУРА

1. M. J. Skolnic. Introduction to Radar Systems. Third Edition. – New York: McGraw – Hill Comp., Inc., 2001. – 785 p.
2. M.A. Richards, J.A. Cheer, W.A. Holm. Principles of Modern Radar, V.I: Basic Principles. – Edison, NJ: SciTech Publishing, 2010. – 962p.
3. S. L. Miller, D. Childers. Probability and Random Processes, 2-nd Edition. – Oxford, UK: Elsevier's Science&Technology Inc., 2012. – 599 p.
4. M.H. DeGroot, M.J. Schervish. Probability and Statistics, 4-th Edition. – Boston: Pearson Education, Inc., 2012. – 911 p.
5. FURUNO. Operator's Manual. Marine Radar, model FR-8062, FR-8122, FR-8252: Furuno Electronic CO., LTD, 2009. – 123 p.

УДК: 629.5.011.005.71(1-9):004

ДОКУМЕНТИ МІЖНАРОДНОЇ АСОЦІАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ТОВАРИСТВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КІБЕРСТІЙКОСТІ МОРСЬКИХ СУДЕН

Кучер Ю.П., ст. викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Впровадження цифрових технологій на водному транспорті сприяє поліпшенню якості послуг, підвищенню ефективності управління ресурсами та збільшенню рівня безпеки.

Нові технології, водночас, приносять із собою нові ризики, які можуть призвести до аварійних ситуацій. Щоб підтримувати високий рівень безпеки, впровадження цифрових технологій у судноплавній галузі повинно супроводжуватися розробкою і впровадженням ефективних методів для підвищення надійності комп'ютеризованих систем, забезпечення кібербезпеки і кіберстійкості суден.

З огляду на те, що цифрові технології застосовуються в критично важливих суднових системах, їхня відмова внаслідок кіберінциденту може мати серйозні наслідки, впливаючи на безпеку судноплавства, стан довкілля, збереження вантажів і безпеку людського життя. З розвитком автономного судноплавства завдання забезпечення кібербезпеки та кіберстійкості суден набуває дедалі більшої значущості.

Кіберінциденти можуть бути спричинені як зовнішніми зловмисниками, що здійснюють цілеспрямовані атаки на конкретне судно, так і внутрішніми факторами, пов'язаними з діями екіпажу або обслуговуючого персоналу. Їхні навмисні або ненавмисні дії також здатні призвести до виникнення кіберінцидентів.

Наразі одним із найімовірніших ризиків є зараження комп'ютеризованих систем шкідливим програмним забезпеченням (таким як програми-вимагачі, трояни, віруси тощо), що може розповсюдитися всією об'єднаною інформаційною мережею і призвести до часткової або повної відмови цих систем. Джерелами зараження можуть бути електронна пошта, переносні USB-накопичувачі, мобільні пристрої, що підключаються для обслуговування систем, а також особисті мобільні пристрої екіпажу, які можуть бути підключені до комп'ютеризованих систем.

Для підвищення рівня безпеки комп'ютеризованих суднових систем і судна загалом Міжнародна асоціація класифікаційних товариств (МАКТ) розробила й опублікувала такі документи з уніфікованими вимогами (УВ):

IACS UR E22 Rev.3 "On Board Use and Application of Computer based systems";

IACS UR E26 Rev.1 "Cyber resilience of ships";

IACS UR E27 Rev.1 "Cyber resilience of on-board systems and equipment".

Положення документів діють для суден, контракти на будівництво яких було укладено 1 липня 2024 року або пізніше.

УНІФІКОВАНА ВИМОГА (УВ) МАКТ E22.

Нова версія документа УВ МАКО E22 була випущена в червні 2023 року. Порівняно з попередньою версією, в оновленому документі внесено, зокрема, такі зміни:

уточнено вимоги до системи управління якістю у постачальника комп'ютеризованих систем;

визначено вимоги до постачальників комп'ютеризованих систем;

розширено список прикладів для систем категорій I, II і III;

встановлено вимоги до етапів розроблення, тестування та внесення змін до програмного забезпечення;

сформульовано вимоги до системних інтеграторів;

уточнено вимоги до обслуговування комп'ютеризованих систем та управління змінами;

змінено технічні вимоги до комп'ютеризованих систем;

оновлено перелік документації, що надається класифікаційному товариству, із зазначенням відповідального за її надання.

Загалом зміни, внесені до нової редакції, спрямовані на формалізацію процесів розроблення, обслуговування та оновлення комп'ютеризованих систем, щоб підвищити якість і безпеку суднових систем, що працюють на базі програмованих пристроїв.

УНІФІКОВАНА ВИМОГА (УВ) МАКТ E26.

Нову версію документа УВ МАКТ E26 було видано в листопаді 2023 року, замінивши первісну редакцію, анульовану до набрання чинності. Цей документ встановлює вимоги для забезпечення кібербезпеки та кіберстійкості суден і обов'язково застосовується до експлуатаційних технологічних систем (ОТ-систем), зазначених у документі, для таких типів суден:

пасажирських суден (включаючи високошвидкісні пасажирські судна), що здійснюють міжнародні рейси;

вантажних суден валовою місткістю 500 т і більше, що здійснюють міжнародні рейси;

високошвидкісних суден валовою місткістю 500 т і більше, що здійснюють міжнародні рейси;

мобільних бурових установок валовою місткістю 500 т і більше;

самохідних суден, задіяних під час будівництва та обслуговування морських об'єктів (наприклад, установок для технічного обслуговування і ремонту вітряних турбін, плавучих кранів тощо).

Для суден і комп'ютеризованих систем, вимоги для яких не є обов'язковими, положення УВ МАКТ E26 можуть застосовуватися на добровільній основі.

Документ розроблено із застосуванням цільового підходу, що полягає у формуванні цільових, функціональних і технічних вимог.

Першочерговою метою документа є забезпечення безпечного судноплавства стійкого до існуючих кіберризиків. Для досягнення зазначеної мети сформовано такі функціональні елементи (підцілі).

Ідентифікація - розробка організаційного розуміння (складу, структури, взаємодії тощо) для управління кіберризиками, пов'язаними із судовими системами, персоналом, ресурсами, даними та потенційними можливостями.

Захист - розроблення та впровадження відповідних заходів для захисту судна від кіберінцидентів і забезпечення безперервної експлуатації судна.

Виявлення - розроблення та впровадження заходів для виявлення та ідентифікації кіберінцидентів, що виникли на борту.

Реагування - розроблення та впровадження належних заходів і заходів для вжиття дій у відповідь при виявленні кіберінцидентів.

Відновлення - розроблення та впровадження необхідних заходів і заходів для відновлення функціональності або сервісів, необхідних для виконання судових операцій, які були порушені внаслідок кіберінциденту.

Для досягнення зазначених цілей було розроблено технічні вимоги. Крім них, документ містить обґрунтування цих вимог, а також рекомендації з перевірки відповідності положенням на етапах проектування, будівництва та експлуатації судна.

Документ передбачає можливість відхилення від вимог для комп'ютеризованих систем, що підпадають під дію УВ МАКТ E26, за умови проведення оцінювання ризиків, яке підтверджує прийнятний рівень ризику, пов'язаного з такими відхиленнями.

У додатку до документа наведено перелік документації, яку необхідно розробити на різних етапах, із зазначенням відповідальних за її створення.

Варто зазначити, що положення УВ МАКТ E26, крім вимог, викладених в УВ МАКТ E22, покладають на системного інтегратора додаткові обов'язки, що стосуються забезпечення кібербезпеки та кіберстійкості суден. За замовчуванням роль системного інтегратора виконує суднобудівний завод, проте завод має право передати ці повноваження сторонній організації на підставі укладення відповідного договору.

УНІФІКОВАНА ВИМОГА (УВ) МАКТ E27

Нову версію документа УВ МАКТ E27 було видано у вересні 2023 року, замінивши первісну редакцію, яка була анульована до набрання чинності. Цей документ доповнює УВ МАКТ E26 і встановлює вимоги для забезпечення кіберстійкості комп'ютеризованих систем та обладнання, що підпадають під дію УВ МАКТ E26.

Технічні вимоги до комп'ютеризованих систем та обладнання відповідають міжнародному стандарту МЕК 62443-3-3. Окремий розділ присвячено вимогам безпеки протягом усього життєвого циклу розроблення систем.

Для комп'ютеризованих систем може бути дозволено відхилення від виконання вимог за умови подання оцінки ризиків, що відповідає положенням УВ МАКТ E26.

Для серійних і стандартних комп'ютеризованих систем може бути застосовано схему типового схвалення, що дає змогу скоротити обсяг документації, яку подають на розгляд.

Документ містить перелік документації, яку має бути надано класифікаційному товариству, із зазначенням інформації, що має бути включена до цієї документації.

ВИСНОВОК

З розвитком цифрових технологій і появою нових ризиків, пов'язаних з їхнім використанням, у майбутньому можна очікувати впровадження нових вимог і розширення сфери дії вже наявних. Розроблення цих вимог має ґрунтуватися насамперед на аналізі кіберінцидентів, що відбуваються на суднах, що допоможе забезпечити оптимальний баланс між ефективністю захисних заходів і витратами на їх впровадження.

Реалізація заходів, описаних у наведених документах, не може забезпечити абсолютний захист судна від кіберзагроз. Проте вона може істотно зменшити ймовірність виникнення та наслідки кіберінцидентів, що, своєю чергою, сприяє підтримці адекватного рівня безпеки в судноплаванні.

ЛІТЕРАТУРА

1. IACS. UR E22. Computer-based systems, Rev.3 June 2023.
2. IACS. UR E26. Cyber resilience of ships, Rev.1 November 2023.
3. IACS. UR E27. Cyber resilience of on-board systems and equipment, Rev.1 September 2023.
4. V.A. Okunev Regulatory documents on cybersecurity and cyber resilience of sea-going ships./ Research Bulletin by Russian Maritime Register of Shipping, No. 74, 2024. – p.79-82.

УДК 656.61.08

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРОВЕДЕННЯ СУДЕН ПІД МОСТАМИ

Кульбацький А.А., к.т.н., старший викладач ННІН, Просвірін Ю.В., викладач ННІН, Дубовик В.О., старший викладач ННІАЕ, Іванов І.І., курсант 1502 ННІН

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Анотація. У статті наголошується, аналіз засобів захисту від руйнувань мостових споруд, який повинен сприяти накопиченню досвіду у фахівців з безпечного проведення суден, а також давати цінний матеріал для наукових досліджень і узагальнень. Проведення ретельного аналізу з метою виявлення причин настання аварійних ситуацій та руйнування мостових споруд, а також дозволить надалі забезпечувати надійність судноплавства.

Ключові слова: міст; судно; склад суден; аварія; руйнування мосту; безпека проводки суден;

Дана робота присвячена дослідженню питань безпеки руху суден при проходженні мостів, і впливу факторів, що обурюють, на безпечне проведення судна на лімітуючих ділянках. Дослідження за тематикою безпеки руху суден при проходженні мостів були сконцентровані на дослідженні методів проводки суден та засобів захисту споруд в результаті навалу суден, включаючи вивчення характеру взаємодії суден при зіткненні з мостами.

Аналіз експлуатації і проводки великогабаритних суден і караванів показує, що їх економічна ефективність знаходиться в тісному зв'язку з особливостями габаритів судового ходу, серед яких слід виділити наявність обмежених умов плавання, обумовлених морфологією району та гідротехнічними спорудами, впливом гідрологічних і метеорологічних явищ, високою інтенсивністю руху і щільністю потоку, а також «людського фактору».

Дослідження показують, що від 60 до 85% всіх зіткнень суден відбуваються під впливом «людського фактору», важливо, щоб особливості конструкції мосту, його розташування та засобів навігації щодо судового ходу були ретельно проаналізовані з метою покращення або підтримання безпечного судноплавства на підходах до гідротехнічних споруд.

З метою підтримання безпечного судноплавства застосовують традиційні засоби, які включають засоби навігаційного обладнання та суднові й берегові технічні засоби судноводіння, а також стандартні робочі процедури та правила, розроблені для водних шляхів з урахуванням місцевих умов державними установами з безпеки плавання. Також для підвищення безпеки проводки суден включають сучасні системи управління рухом суден (СУДС) з використанням берегових радіолокаційних систем спостереження (БРЛС) і радіотелефонного зв'язку; спеціальне електронне обладнання, яке встановлене на прольотах мостів для покращення радіолокаційного зображення, та сучасні системи навігаційного позиціонування на основі суднових приймачів супутників глобальної системи позиціонування (GPS), які використовують методи для підвищення точності місцезнаходження.

Практика експлуатації суднопропускних гідротехнічних споруд показує, що в багатьох країнах світу відбувається досить велика кількість аварій в районі суднопропускних гідротехнічних споруд і мостів, які викликані зростанням інтенсивності і швидкостей руху суден. Аварія, крім пошкодження або руйнування моста, тягне за собою втрати, викликані обмеженням для руху інших видів транспорту, загрозою забруднення навколишнього середовища, тому питання запобігання аварій та зменшення наслідків їх набувають все більшого значення.

З метою підтримання безпечного судноплавства застосовують альтернативи захисту мостів, щоб розробити економічно ефективне рішення для мосту, зазвичай ці операції виконуються при проектуванні, і системи включають системи крил, долфіни, захисні острови або інші конструкції, призначені для перенаправлення, витримувати або поглинати силу та енергію удару. До загальних типів систем фізичного захисту належать:

- фендерні системи, які складаються з дерев'яних, гумових, сталевих або бетонних елементів, що прикріплені до пірсу для повного або часткового поглинання ударних навантажень судна. Характеристики поглинання навантаження та енергії таких кранців відносно низькі порівняно з типовими розрахунковими ударними навантаженнями судна;

- паливо-опорні системи, які складаються з груп палів, з'єднаних гнучкими чи твердими наголовниками для поглинання ударних сил судна. Пали можуть бути вертикальними або витими, що використовується, і можуть включати сталеві труби відносно великого діаметру або бетонні палі. Захисна конструкція на палах може розташовуватися як окремо від пірсу, так і прикріплюватися до пірсу. До палової конструкції можна прикріпити системи відбійників, щоб витримати частину ударних навантажень;

- системи захисту долфинів, які складаються з круглих осередків великого діаметру, побудованих із забивних сталевих шпунтових паль, заповнених камінням або піском і увінчаних бетонним ковпаком. Навантаження при зіткненні судна поглинаються за рахунок обертання та бічної деформації осередку під час удару;

- системи захисту островів, які складаються із захисних островів, збудованих із піщаного або кар'єрного кам'яного ядра та захищених зовнішніми шарами важкого кам'яного начерку для захисту від хвиль, течій та льоду. Геометрія острова розроблена таким чином, щоб запобігти зіткненню аномального судна з причалом, змусивши його сісти на мілину. Незважаючи на те, що острови надзвичайно ефективні як захисні системи, але їх важко використовувати через несприятливий вплив навколишнього середовища на русло річок та річкових течій (збільшення через засмічення);

- плаваючі системи захисту, які складаються із систем кабельних мереж, підвішених упоперек водного шляху для захоплення носової частини судна, що вийшло з ладу, або плавучих понтонів, закріплених на якорі перед гідротехнічними спорудами. Плаваючі системи захисту мають ряд серйозних недоліків (екологічні, ефективність, технічне обслуговування, вартість тощо) і зазвичай розглядаються тільки для ситуацій на ділянках з безпечними глибинами. Визнано, що навали суден є лише одним із багатьох факторів, що впливають на процес планування та експлуатації мостів.

Накопичений досвід показав, що використання вимог щодо захисту від навалів суден на мости при плануванні та проектуванні нових мостів призвело до значної зміни пропонуван

типів конструкцій на судноплавних шляхах. Типові витрати на облік питань зіткнення суден та захисту на етапах планування нового мосту становлять від 5% до 50% вартості базової конструкції без захисту, а типові витрати на додатковий захист або модернізацію існуючого мосту на випадок зіткнення суден варіюються від 25 до 100% вартості існуючого мосту. Досвід також показав, що дешевше включити вартість захисту на стадії планування моста, що пропонується, ніж додавати її після того, як була визначена базова конфігурація прольотів, без урахування проблем зіткнення суден. Проектувальники, експлуатаційники та судноводії прагнуть збалансувати різні потреби, включаючи політичні, соціальні та економічні, щоб знайти оптимальне рішення конструкції мосту для пропонованого перетину водного шляху.

Необхідні подальші дослідження для розробки методики аналізу проектування та експлуатації захисних конструкцій, та їх впливу на особливості безпечної проводки суден на цих ділянках тому, що ці конструкції зазнають великих пластичних деформацій під час зіткнення, та мають вплив на морфологічні та гідрологічні умови району судноплавства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Knott M.A. Vessel collision design codes and experience in the United States // Proceedings of the International Symposium on Advances in Ship Collision Analysis, Copenhagen (Denmark), 10-13 May 1998. -Rotterdam (Brookfield): A.A. Balkema, 1998. - P. 75-84.)
2. Frandsen A.G. Accidents involving bridges. IABSE Colloquium. Copenhagen, 1983. -In book: Ship Collision with Bridges and Offshore Structures: IABSE report. Vol. 41. - Zurich, 1983. - P. 11-26.
3. Стан аварійності та безпеки судноплавства на водному транспорті в Україні <https://marad.gov.ua/storage/app/sites/1/public-information/analiz-avariynosti-za-2019.pdf>
4. EMSA. Annual overview of marine casualties and incidents 2015-2019.<http://www.emsa.europa.eu>
5. МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ НАКАЗ від 29.05.2006 N516 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 9.08.2006р. за N959/12833 Про затвердження Положення про класифікацію, порядок розслідування та обліку аварійних морських подій із суднами{ *Із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства інфраструктури*
6. Кульбацький А.А. к.т.н., старший викладач ННІН, Просвірін Ю.В. викладач ННІН, Дубовик В.О. старший викладач ННІАЕ, Іванов І.І. курсант 1401 ННІН (НУ ОМА). АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ СУДЕН ПІД МОСТАМИ //Науково-технічна конференція «Судноводіння, морські перевезення та технології (Морський та річковий транспорт)»,16.11.2023-17.11.2023. - Одеса: НУОМА 2023.-С.24-25

УДК 656.621/.626.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВНУТРІШНІХ ВОДНИХ ШЛЯХІВ ЄВРОПИ

Кушнір Р.Г., старший викладач кафедри «Судноводіння»

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Питання розвитку транспортної інфраструктури завжди було важливим аспектом для економічного розвитку будь-якої країни. У Європі, де інтеграція економік є пріоритетом, значна увага приділяється проектам, що сприяють покращенню транспортного сполучення між державами. Одними із таких проектів є створення міжнародних водних шляхів, що мають на меті з'єднати Балтійське море з Чорним через систему річок і каналів.

Актуальність теми. Основна ідея полягає в будівництві водного шляху, що з'єднає річки Одер, Ельба і Дунай, що дозволить створити новий транспортний коридор між північними та південними країнами Європи.



Рисунок 1. Карта європейських водних шляхів, ділянки проекту Одер-Дунай.

Постановка задачі. Перші плани цього масштабного інфраструктурного проекту з'явилися ще за часів правління імператора Священної Римської імперії Карла IV (1346-1378). Це був один із перших проектів у Європі, який передбачав будівництво каналу через території з різноманітним рельєфом, що мало суттєво полегшити торговельні зв'язки та економічні обміни між різними регіонами. І хоча відтоді ідея зазнала численних змін і модернізацій, остаточно втілення цього амбітного проекту досі залишається під питанням.

Політичні зміни, що впливають на проект:

Енергетична безпека та транспортна незалежність: після загострення відносин між ЄС та Росією, питання забезпечення незалежних транспортних шляхів стало особливо актуальним.

Зміцнення співпраці з ЄС: проект Одер-Дунай може отримати підтримку з боку Європейського Союзу як стратегічна ініціатива, що сприяє інтеграції транспортних мереж.

Вплив проекту на економіку та міжнародну співпрацю

Реалізація проекту Одер-Дунай може мати позитивний вплив на економіку Чехії та сусідніх країн, таких як Польща, Словаччина, Угорщина, Україна та Австрія. Очікується, що цей транспортний коридор сприятиме збільшенню обсягу торгівлі між країнами регіону, а також забезпечить доступ до нових ринків для чеських виробників.

Судноплавний шлях E-40.

До початку повномасштабного вторгнення в Україну існував амбітний проект створення судноплавного шляху E-40, що мав на меті також з'єднати Балтійське та Чорне моря.

Водний шлях E-40 — це судноплавний канал, який покликаний з'єднати Балтійське море (через порт Гданськ у Польщі) з Чорним морем (через порт Одеса в Україні). Загальна протяжність маршруту становить близько 2000 км. Заплановано використати існуючі річки — Віслу, Західний Буг, Прип'ять та Дніпро — з подальшим облаштуванням необхідної інфраструктури. Ідея створення цього водного шляху виникла ще в XX столітті, але через політичні та економічні обставини проект так і не був реалізований.

Технічні виклики та необхідні заходи Реалізація проекту E-40 потребує значних інженерних зусиль. Основні виклики включають:

- Очищення та поглиблення річок для забезпечення необхідної глибини, що дозволить проходження великих суден.
- Будівництво шлюзів та гребель, особливо на складних ділянках, таких як перехід через Прип'ять.
- Реконструкція та модернізація портів у Гданську, Києві та Одесі для обслуговування великих вантажних потоків.

Важливо також враховувати екологічний вплив на місцеву екосистему, оскільки зміна рівня води та поглиблення річок можуть негативно вплинути на флору і фауну, особливо у природоохоронних зонах, таких як Полісся.

Переваги створення водного шляху Е-40.

Економічна вигода: відкриття нового транспортного коридору значно скоротить витрати на перевезення вантажів між країнами Центральної та Східної Європи. Це забезпечить розвиток експорту та імпорту, особливо для України, яка прагне зміцнити свої торговельні зв'язки з ЄС.

Розвиток регіонів: проект створить нові робочі місця та стимулюватиме розвиток інфраструктури у прибережних районах Польщі, Білорусі та України. Це сприятиме соціально-економічному зростанню цих регіонів.

Екологічна альтернатива: водний транспорт є значно екологічним порівняно з автомобільними або залізничними перевезеннями. Використання судноплавного шляху дозволить зменшити викиди CO₂, що позитивно вплине на навколишнє середовище.

Одним із ключових аспектів успішної реалізації проекту є налагодження конструктивних відносин між трьома країнами — Україною, Польщею та Білоруссю. Польща зацікавлена у покращенні логістичних зв'язків зі своїми південними партнерами, тоді як Білорусь, маючи вигідне географічне положення, може стати транзитною країною для перевезення вантажів.

На жаль, політичні обставини в регіоні ускладнюють співпрацю, особливо через напруженість між Україною та Білоруссю. Проте існує розуміння, що економічна вигода від цього проекту може стати важливим стимулом для налагодження діалогу. Україна вже почала робити перші кроки до цього — проводяться переговори та технічні консультації для оцінки можливостей співробітництва.

Висновки. Переваги реалізації проектів з з'єднання Балтійського моря з Чорним через систему річок і каналів включають:

Покращення транспортної інфраструктури: водний шлях дозволить зменшити навантаження на автомобільні та залізничні перевезення.

Економічна вигода: зниження витрат на транспортування вантажів між країнами Центральної та Східної Європи.

Екологічна складова: водний транспорт є більш екологічним у порівнянні з автомобільним чи авіаційним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Prospects for the Implementation of the Oder-Danube International Waterway in the Context of the Latest Political Landscape in the Czech Republic J. Łoginow & S. Skiba Gdynia Maritime University, Gdynia, Poland
2. <https://necu.org.ua/proyekt-mizhnarodnogo-vodnogo-shlyahu-e40-pryrechenyj-na-proval/>

УДК 621.396.232(045)

КОСМІЧНА СИСТЕМА ПОШУКУ КОСПАС-SARSAT

Лахтіонов О.В., курсант групи 1302, керівник Авраменко Є.О.

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ

Супутникова система зв'язку КОСПАС/САРСАТ є міжнародною програмою, розробленою для забезпечення глобальної безпеки через швидке виявлення місця лиха та своєчасне реагування на аварійні ситуації. Система виникла завдяки співпраці організацій Канади, Франції, США та колишнього СРСР і використовує мережу супутників, які приймають сигнали від аварійних радіобуїв, що передаються на частоті 406 МГц. Ці

супутники, розташовані на низьких навколополярних орбітах, дозволяють відстежувати місцезнаходження буя і передавати дані до рятувальних служб у будь-якому куточку світу. За роки існування КОСПАС/САРСАТ зарекомендувала себе як одна з найнадійніших систем пошуку і порятунку, що робить її дослідження та модернізацію необхідними для ефективного реагування на сучасні виклики, пов'язані із забезпеченням глобальної безпеки.

Актуальність дослідження

Система залишається актуальною через свої важливі функції у забезпеченні безпеки на глобальному рівні. Ця міжнародна програма, що виникла у 1980-х роках, покликана надавати допомогу людям, які опинилися в небезпечних ситуаціях, таких як аварії на морі, у горах або в авіації. Актуальність її досліджень і розвиток можна оцінити через кілька важливих аспектів:

Покращення технологій виявлення та визначення місця. Завдяки супутниковим і GPS технологіям сучасна система КОСПАС-САРСАТ значно скоротила час реагування на сигнал тривоги, що дозволяє більш оперативно відстежувати людей, які опинилися у біді. Оновлення систем та алгоритмів роботи робить дослідження у цій сфері актуальними для забезпечення ще більш точного і швидкого визначення місця.

Розширення охоплення системи. Завдяки постійному додаванню нових супутників, КОСПАС-САРСАТ сьогодні має глобальне покриття, що забезпечує захист навіть у віддалених районах, де інші засоби комунікації можуть не працювати. Дослідження в цій сфері дозволяють вивчати можливості поліпшення зв'язку у важкодоступних регіонах.

Інтеграція з іншими рятувальними службами. Система працює в координації з національними та міжнародними рятувальними службами, допомагаючи швидше знаходити людей, які потребують допомоги. Оскільки надзвичайні ситуації та аварії все частіше стають транскордонними, дослідження щодо інтеграції системи з іншими рятувальними організаціями є надзвичайно актуальними.

Постановка задачі

Розглянути та проаналізувати принцип дії та подальший розвиток системи КОСПАС-САРСАТ.

Результати досліджень

Супутникова система зв'язку КОСПАС/САРСАТ

Система КОСПАС-САРСАТ (КОСмическая Система ПАССивного Определения Местоположения – Search And Rescue Satellite-Aided Tracking) є міжнародною системою, спільно розробленою організаціями Канади, Франції, США та колишнього СРСР. Система являє собою супутникову систему пошуку та рятування, призначену для визначення розташування аварійних радіобуїв (АРБ), що передають радіосигнали на частоті 406 МГц. Система побудована на основі низькоорбітальних супутників, що запускаються на навколополярну орбіту заввишки 800-1000 км. Принцип дії системи КОСПАС-САРСАТ аналогічний до дії навігаційних доплерівських систем. У системах навігації випромінює супутник, а навігаційний приймач обробляє сигнал. Відмінність системи КОСПАС-САРСАТ у тому, що координати місця у цій системі визначаються не на судні за сигналами супутника, а на береговій станції (пункті прийому інформації) за сигналами радіобую, ретранслюєним через супутник.



Рисунок 1. Логотип Системи

Використання АРБ та його типи

Є три типи АРБ:

авіаційні (ELT – Emergency locator transmitter),

морські (EPIRB)

переносні для використання на суші (PLB – Personal locator beacon).

АРБ працюють на частоті 406,025 МГц. У разі лиха АРБ включається (автоматично або вручну) та випромінює сигнали, які виявляються супутниками КОСПАС/САРСАТ. Працює без географічних обмежень. Це найпростіший засіб зв'язку, який забезпечує лише односторонній зв'язок. Він передає сигнал лиха через супутникову систему, яка обчислює позицію лиха та передає інформацію до найближчого координаційного центру порятунку. Обладнання прикріплено до судна за допомогою гідростатичного розчеплення, яке дозволяє йому вільно плавати, якщо судно затоне. Дуже важливо зареєструвати його у відповідному національному органі, щоб після його активації дані про ваше судно (іншими словами назву, розмір і тип судна) одразу були відомі RCC.



Рисунок 2. Аварійні радіобуї

Режим роботи КОСПАС-САРСАТ

Система КОСПАС-САРСАТ включає космічний сегмент, земний сегмент і власне АРБ. У стандартну конфігурацію системи входять чотири супутники на полярних орбітах. Проте в даний час в експлуатації знаходяться 6 супутників. Для виявлення сигналів АРБ та визначення їх місця розташування в системі КОСПАС/САРСАТ використовується Режим глобального охоплення Землі.



“Рисунок 3. Схема роботи Системи”

Режим глобального охоплення забезпечується шляхом збереження в пам'яті супутника інформації, прийнятої від АРБ, з метою подальшої передачі на ППІ у міру входу в зону бачення супутника. Таким чином, у даному режимі кожен АРБ може бути виявлений усіма ППІ, що знаходяться в експлуатації. ППІ передає інформацію до Національного центру управління системою (ЦУС). Усі ЦУС пов'язані один з одним телефонною, телексною мережею чи

мережею передачі. Від ЦУС інформація сповіщення про лихо та місцезнаходження надходить до відповідного рятувально-координаційного центру (РКЦ), який забезпечує пошук та рятування.

Принцип доплерівського визначення координат

Базується на ефекті Доплера, коли радіосигнал з високою частотою, що випромінюється АРБ, змінює свою частоту при взаємному русі джерела і приймача. Якщо джерело і приймач наближаються, частота зростає; при віддаленні — зменшується. Супутник, рухаючись по орбіті, фіксує зміни частоти сигналу від аварійного буя, що дозволяє визначити його місцезнаходження. Коли супутник проходить над точкою перетину, зміна частоти сигналу дає змогу розрахувати відстань до буя. Щоб уникнути неоднозначностей, враховують вплив обертання Землі. Супутник зберігає координати буя і передає їх наземній станції на частоті 1544,5 МГц. Радіобуй працює в імпульсному режимі на частоті 406 МГц, передаючи інформацію про країну, номер буя та інші дані.

Напрямок розвитку КОСПАС-САРСАТ

Йде перехід від низькоорбітальної та геостационарної супутникових систем до створення нового середньоорбітального угруповання супутників під назвою «система СССПС». В даний час система СССПС (середньоорбітальна супутникова система пошуку та порятунку), що активно впроваджується, розглядається як заміна існуючої Низькоорбітальної Системи НССПС. Ця система забезпечить майже миттєве виявлення радіобую.

Другий напрямок розвитку це радіобуї другого покоління

Радіобуї другого покоління сприятимуть покращенню експлуатаційних параметрів Системи, задовольняючи новим більш жорстким вимогам щодо ймовірності виявлення радіобую, точності визначення його розташування та ємності системи. Радіобуї другого покоління припускають також ще одну інновацію: реалізацію системи квітування (зворотного зв'язку), при якій аварійному радіобую надсилається повідомлення після того, як він був виявлений.

Висновки

Ми розглянули систему КОСПАС/САРСАТ та визначили важливість АРБ він є одним із головних джерел порятунку під час лиха. За допомогою цього приладу можна подати сигнал лиха абсолютно в будь-якій точці земної кулі незалежно від наявності поблизу берегових станцій, саме тому він є обов'язковим на судні і таким необхідним. Важливо постійно стежити за станом АРБ, вести обслуговування та планові перевірки задля безпеки життя всіх членів екіпажу.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://trans-service.org/ru.php?section=info&page=radio&subpage=radio14>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%B0%D1%81-%D0%A1%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%B0%D1%82>
3. <https://seaspirit.ru/morskie-konvencii/sistema-kospas-sarsat.html>

УДК 528.28: 656.61.052

КАРТОГРАФІЧНІ ПРОЕКЦІЇ. ПОБУДОВА МЕРКАТОРСЬКОЇ ПРОЕКЦІЇ

Левенець М.С., курсант гр. 1201, керівник **Северін В.В.**, ст. викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Ключові слова : картографічна проекція, меркаторська проекція, картографія.

Вступ. Картографія - це наука, яка об'єднує в собі принципи географії, математики, фізики та комп'ютерних технологій для представлення земної поверхні у зручній для використання формі. Важливим аспектом цієї науки є картографічні проекції — методи відображення тривимірної поверхні Землі на двовимірну площину. Таке перетворення, хоч і є

необхідним для створення карт, завжди супроводжується певними спотвореннями, оскільки сферичну форму неможливо відобразити на площині без втрати частини геометричної точності. Залежно від мети та призначення карти, науковці та картографи вибирають різні проекції, кожна з яких має свої унікальні характеристики.

Проекції можуть бути циліндричними, конічними або азимутальними і варіюються за типами спотворень: площі, відстаней або кутів. Наприклад, для географічних та кліматичних карт часто обирають проекції, що зберігають пропорції площ (рівноплощинні проекції), тоді як навігаційні карти потребують рівнокутних проекцій, що зберігають напрямки [1]. Меркаторська проекція, названа на честь фламандського картографа Герарда Меркатора, є однією з найвідоміших рівнокутних (або конформних) проекцій. Вона була розроблена у XVI столітті для задоволення потреб морської навігації. Завдяки властивості зберігати кути між напрямками, ця проекція дозволяє точно визначати курс кораблів і літаків за допомогою прямих ліній на карті. Хоча меркаторська проекція широко використовується і в сучасності, вона має серйозні обмеження через значні спотворення площі, особливо у високих широтах. Картографічні проекції, що використовуються для відображення земного еліпсоїда на площині карти, класифікують за кількома критеріями: Тип спотворень: залежно від збереження геометричних властивостей, проекції поділяють на рівновеликі (зберігають площі), рівнокутні (зберігають кути), рівнопроміжні (зберігають відстані) та довільні (зі змішаними спотвореннями). Тип допоміжної поверхні: виділяють азимутальні (проекція на площину), циліндричні (на циліндр) та конічні (на конус) проекції. Орієнтація допоміжної поверхні: визначається положенням відносно полярної осі чи екватора, виділяючи нормальні, поперечні та косі проекції. Тип картографічної сітки: залежно від форми та виду сітки, проекції можуть бути азимутальними, конічними, циліндричними, псевдоазимутальними, псевдоконічними, псевдоциліндричними, поліазимутальними, поліконічними та круговими. Залежно від методу створення картографічні проекції поділяються на перспективні, похідні та складені. Перспективні проекції отримують шляхом проектування земної поверхні на площину, циліндр або конус. Це дозволяє створювати перспективні азимутальні, циліндричні та конічні проекції. Похідні проекції формуються шляхом модифікації однієї чи кількох існуючих проекцій. Це досягається комбінуванням та узагальненням їхніх рівнянь, додаванням додаткових констант, деформацією в певних напрямках чи аналітичними перетвореннями рівнянь [2, с.23]. Складені проекції включають сітки, частини яких побудовані у різних проекціях або з використанням різних параметрів, таких як змінені величини в рівняннях картографічних проекцій. Меркаторська проекція є рівнокутною циліндричною проекцією, що перетворює меридіани на паралельні вертикальні лінії і паралелі на горизонтальні. Принципом побудови є проекція точок поверхні Землі на циліндр, який торкається екватора. Кути між напрямками на карті зберігаються, що робить її зручною для навігаційних цілей.

Висновки. Отже, картографічні проекції є фундаментальним інструментом картографії, оскільки вони дозволяють зобразити тривимірну поверхню Землі на площині, адаптуючи її для різних потреб і видів діяльності. Кожна проекція супроводжується певними спотвореннями, що робить вибір проекції важливим етапом у створенні будь-якої карти. Спотворення можуть стосуватися збереження площі, кутів, відстаней або мати комбінований характер, залежно від мети використання карти. Меркаторська проекція є одним з найпоширеніших інструментів у сфері морської та авіаційної навігації завдяки здатності зберігати кутову точність. Однак значні спотворення площі обмежують її застосування для загальних географічних карт. У сучасній картографії використовуються різні типи проекцій, що дозволяє більш точно передавати особливості поверхні Землі залежно від поставлених задач.

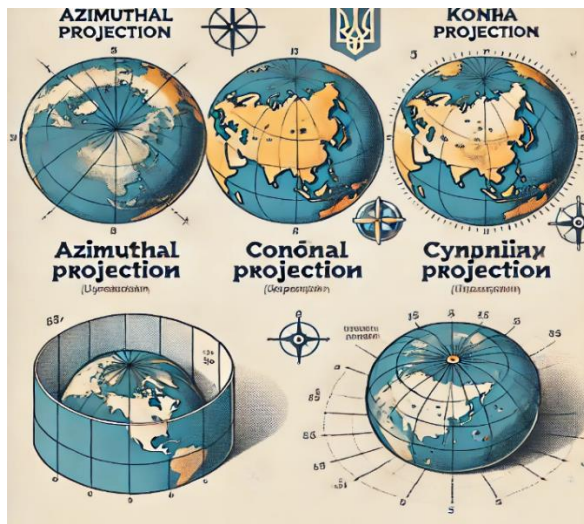


Рисунок 1. Види картографічних проєкцій

ЛІТЕРАТУРА

1. Мартинова, М. С., О. М. Гриб. «Визначення картографічних проєкцій та їх спотворення.» (2023)
2. Король, П. П., С. О. Пугач, and М. М. Мельничук. "Ретроазимутальні картографічні проєкції: передумови розробки та напрями використання." Часопис картографії 1 (2017): 20-32.

УДК 656.61.052:629.05(45)

НЕДОЛІКИ СИСТЕМИ АВАРІЙНО-ПОПЕРЕДНІЙ СИГНАЛІЗАЦІЇ У СУЧАСНИХ ЕКНІС

Лобан Д.С., курсант гр. 1492, керівник Алексішин А.В., к.т.н., доцент

У цій статті розглянуто електронну картографічну навігаційно-інформаційну систему. Проаналізовано основні недоліки та проблеми системи аварійно-попереджувальної сигналізації (алармів) у більшості сучасних ЕКНІС. Виявлено та обґрунтовано необхідність серйозної обробки та виправлення помилок, з метою удосконалення та оптимізації всієї системи. На основі проведеного дослідження пропонується можливість розробки системи-експерта.

Вершиною новітніх комп'ютерних технологій, пов'язаних з морською галуззю, стало створення мозку сучасного навігаційного обладнання містка – електронної картографічної навігаційно-інформаційної системи ECDIS (ЕКНІС), що здійснює відображення карт та місця судна, прокладання траси руху та контроль відхилень від заданого маршруту обчислення безпечних курсів, попередження судноводія про небезпеку, ведення суднового журналу, керування автопілотом тощо.

Системи відображення карт та інформації розрізняються за рівнем вимог і можливостей відображення навігаційно-гідрографічної інформації на екрані монітора. Електронні картографічні системи, поділяючись на RCDS, ECS і ECDIS, являють собою сукупність програмних та технічних засобів, що дозволяють вирішувати питання безпеки судноводіння при використанні електронної бази даних з навігаційної гідрографічної обстановки в даному регіоні.

ECDIS є системою вищого рівня і має відповідати всім вимогам ІМО, ІНО та ІЕС для ECDIS, а також мати сертифікат про типову схвалення. Основною вимогою, що висувається до ECDIS відповідно до вимог стандарту ІЕС 61174, є обов'язкове підключення датчиків: системи

визначення місця судна (СНР, eLoran, ін.); гірокомпасу; лага. Інші датчики можуть бути підключені на розсуд фірми-виробника обладнання.

Більшість картографічних систем, у тому числі і ECDIS, мають розширені можливості вирішення додаткових навігаційних завдань, що значно полегшує роботу судноводія як у режимі підготовки до плавання, і під час плавання. Подібний сервіс може включати індикацію інформації РЛС/САРП, АІС, ехолота, Навтекс.

Однією з найбільш важливих функцій ECDIS є забезпечення подачі аварійної сигналізації або індикації щодо інформації або несправностей обладнання, що подається.

Повна інформація, що надходить на місток від електронної картографічної навігаційно-інформаційної системи (ЕКНІС) при виконанні суднових ключових операцій, може включати відомості, що стосуються судноводіння, запобігання зіткненню, моніторингу морських переходів, безпеки та охорони судна. На місток може надходити понад 200 сигналів аварійно-попереджувальної сигналізації, що подаються звуком або звуком і візуально у разі потреби привернення уваги, тому інформаційне навантаження судноводія на сучасному судні є реальною небезпекою.

У більшості сучасних ЕКНІС системи аварійно-попереджувальної сигналізації (алармів) мають ряд недоліків та проблем, які потребують серйозної обробки та виправлення, з метою удосконалення та оптимізації всієї системи.

По-перше, більша частина попереджень, що видаються, потребує початкового ручного призначення параметрів спрацьовування оператором ЕКНІС (напр. «Відхилення від маршруту», «Підхід до цієї точки», «Перетин небезпечної ізобати»), що насправді важко при великій зоні охоплення та великій кількості суден (див. рисунок 1).

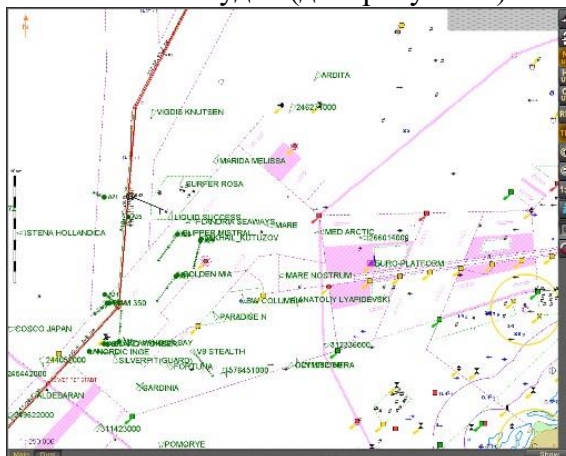


Рисунок 1. Велика зона охоплення ЕКНІС

По-друге, немає пріоритетів та своєчасного розподілу спрацьовування попереджень при одночасному виникненні кількох з них. Так попередження про підхід судна до СРД може перекрити попередні надмірного зближення з іншим судном і викликати цим затримку в аналізі існуючої ситуації та коригуючих діях оператора (судноводія).

По-третє, існує недостатня наочність попередніх, що видаються, для оператора (судноводія), що потребує ретельного та детального моніторингу інтерфейсу ECDIS, у разі потреби швидкого прийняття рішень.

По-четверте, відсутня функція поділу видів попереджень щодо різних типів цілей. Наприклад, для танкера з небезпечним вантажем важливіше запровадити більш жорсткі критерії, ніж для портового буксира або лоцманського катера.

До найістотнішої з основних проблем необхідно віднести помилкові спрацьовування попереджень в ЕКНІС, а саме:

Хибні спрацьовування попереджень при маневруванні судна за умов інтенсивного трафіку (див. рисунок 2).

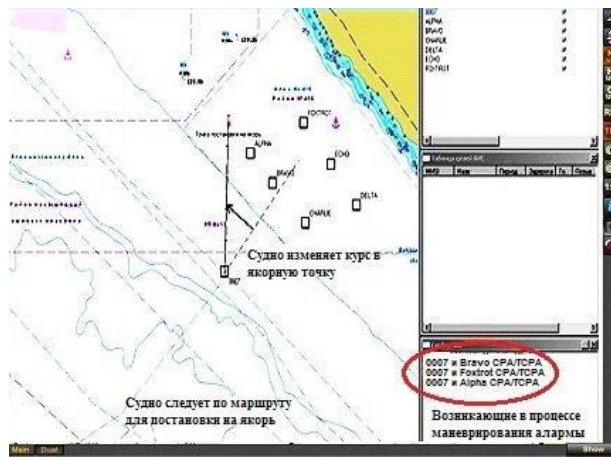


Рисунок 2. Маневрування судна у стиснутій акваторії

Спрацювання попереджень у звичайній роботі судна, внаслідок розпізнавання системою рутинної операції як небезпечної. Наприклад, зближення суден за потребою може викликати попередження про небезпечне зближення (підхід лоцманського катера або буксира, бункерування, ліхтерування, операції «ShiptoShip» тощо) (див. рисунок 3).

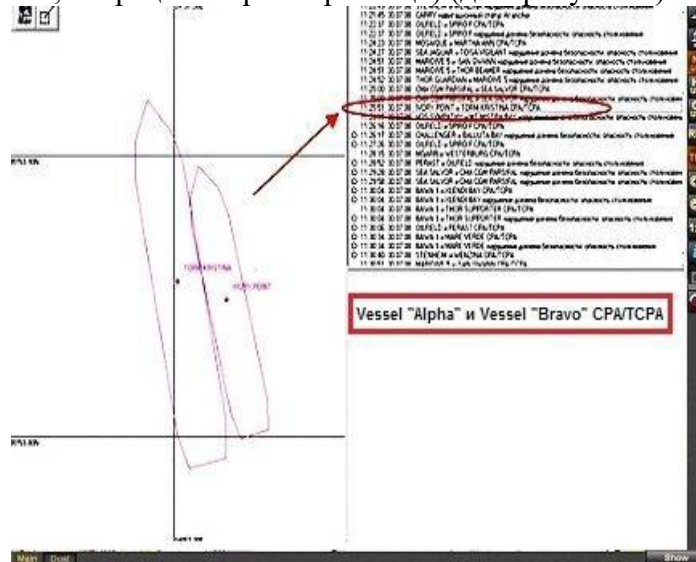


Рисунок 3. Спрацювання попередження CPA/TCPA при операції «ShiptoShip»

Багаторазове повторення того самого попередження, у разі, коли критерії його спрацювання для судна наближені до поточних параметрів руху. Іноді в системі попередження ЕКНІС спостерігаються короточасні перевищення цих критеріїв.

Виникнення попереджень через похибки радарного супроводу.

Виникнення попереджень через проблеми з автоматичною ідентифікаційною системою.

Висновок.

Гуртуючись на поглибленому аналізі та досить помітній кількості перерахованих недоліків, можна з упевненістю міркувати про те, що на сьогоднішній день оператору ЕКНІС (судноводію) необхідна вдосконалена система аварійно-попереджувальної сигналізації з автономною функцією прийняття рішень, тобто. замість хаотичної системи сигналізації, яку має найбільша частина сучасних ЕКНІС, повинна бути розроблена свого роду «система-експерт», яка допомагає прогнозувати ситуацію в реальному часі по всіх судах, відбирати хибні попередження, автоматично визначати критерії попереджень і рекомендувати оператору ЕКНІС (судноводію) дії, необхідні прийняття в різних ситуаціях та умовах навігаційної обстановки.

Впровадження технологій «розумної» системи аварійно-попереджувальної сигналізації ЕКНІС, що бере участь у контролі стану безпеки судна та безпеки навігації, здатне створити потенціал для підвищення ефективності несення вахти та безпечної експлуатації судна, особливо за наявності інформаційного навантаження судноводія. При розробці таких систем слід враховувати най-актуальніші недоліки та проблеми з метою повного виправлення та удосконалення, а також

отримання «потужного помічника» для щоденних операцій з обробки інформації судноводієм при контролі та управлінні станом безпеки навігації з огляду на досягнення абсолютної відсутності відмов. програмного забезпечення технічних засобів та, відповідно, помилок судноводія.

ЛІТЕРАТУРА

1. 10 Steps to ECDIS Mandation. Admiralty Charts and Publications. The UK www.ukho.gov.uk/ProductsandServices/ElectronicCharts/Documents/10_steps.pdf
2. Integrated Bridge Systems. National Imagery and Mapping Agency. The American Practical Navigator. Ch. 14, Sec. 14. Bicentennial Edition, Bethesda, Maryland, U.S.A., 2002. en.wikisource.org/wiki/The_American_Practical.
3. Chee Kuang Tam Collision risk assessment for ships / Chee Kuang Tam and Richard Bucknall // Journal of Marine Science and Technology. – 2010. - Volume 15, Number 3. – P. 257-270.
4. Рекомендації по організації штурманської служби на морських судах України (РШСУ-98). Одеса: ЮжНІІМФ, 1998.
5. Резолюція ІМО MSC.232 (82) Переглянуті експлуатаційні вимоги до електронних картографічних навігаційно-інформаційних систем (ECDIS).
6. Служба векторних карт британського адміралтейства (AVCS). Інструкція користувача. Версія 1.4. - UKHO, Taunton. - 2008. - 22 с.

УДК 656.61.071.1–043.82 “364”

ЖИТТЯ УКРАЇНСЬКИХ МОРЯКІВ В УМОВАХ ВІЙНИ

Льошина А.О., курсант гр. 1302, керівники Васильєв Д.В., ст. викладач,

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

24 лютого 2022 року Указом Президента України № 64/2022 введено військовий стан у відповідь на повномасштабне вторгнення російської федерації на територію України. З цього дня наше буденне життя змінилось повністю, ми почали заново цінити дрібниці, і почали пристосовуватись до нових умов життя під постійними обстрілами від російської федерації. Ці зміни дуже сильно торкнулися життя моряків не тільки у психологічному плані, а й у робочому. У зв'язку із закриттям кордонів для чоловіків, українські моряки залишилися без роботи і повинні були пристосовуватися до нових життєвих умов. З моменту початку повномасштабної війни всі моряки нашої країни думали тільки про одне: як прогнати свої сім'ї без можливості піти в рейс і де тепер шукати робочі місця на суші. В умовах загостреної політичної обстановки та загроз воєнних конфліктів моряки стикаються із суворими вимогами, які впливають на всі аспекти їхнього життя та роботи. Російська агресія, що стала історичним випробуванням для економіки, позбавила джерела доходу мільйони родин. З початку повномасштабної війни українцям віком від 18 до 60 років фактично заборонено виїзд за кордон. Під обмеження потрапили у тому числі співробітники іноземних фірм та підприємств та далекобійники. До цієї ж категорії належать і українські моряки, яких, за різними даними, налічується 120-150 тис. Якщо водіям на міжнародних перевезеннях у травні дозволили перетинати кордон, то питання виїзду моряків, попри обговорення в урядових колах не один місяць, тривалий час не знаходило консенсусу. Політична нестабільність і воєнний конфлікт додають ще один шар складнощів. Моряки та усе цивільне населення стикаються з труднощами в області збереження особистої безпеки, адже завжди є шанс у будь-який момент через ворожу атаку втратити свою домівку та життя. Через такі випробування у більшості створюється відчуття невизначеності та страху, яке важко подолати, особливо для тих, хто вдавався в екстериторіальну роботу у морі. Зменшення можливостей для виїзду за кордон є значущим обмеженням для українських моряків. Захоплені в обставинах війни і змушені залишитися в межах країни, вони втрачають можливість використовувати свої морські навички в інших регіонах світу, де попит на такі послуги залишається стабільним та

навіть росте. Важливо врахувати також економічні труднощі, з якими стикаються моряки. Через неможливість знайти роботу на суходолі, більшість моряків мають фінансові труднощі. Вони опинилися в ситуації матеріальної невизначеності, що ще більше ускладнює їхнє життя на суходолі. Психологічний аспект життя моряків у воєнний період варто розглядати як окремий шар проблем. Вони змушені адаптуватися до нових реалій, змінювати свої погляди на життя та реагувати на стресові ситуації, пов'язані як з військовим конфліктом, так і з нестабільністю на роботі та в особистому житті. У підсумку, життя українських моряків торгового флоту в умовах воєнного конфлікту представляє собою складну картину викликів та труднощів. Зупинка морської діяльності, невизначеність щодо майбутнього та обмежені можливості виїзду ставлять перед ними важкі завдання, вирішення яких вимагає не лише їхньої власної ініціативи, але й підтримки від державних та громадських структур. Спираючись на джерела на початку повномасштабної війнидесь 60% перебували за кордоном, на суднах чи в дорозі додому. Близько 40% вдома. В цифрах — близько 100 тисяч моряків. Ніхто не знає точної статистики, але опираючись на деякі джерелами інформації, можна оперувати саме таким показником. Тисячі українців, які були на суднах у момент запровадження воєнного стану, не поверталися через побоювання, що не зможуть виїхати на роботу. Вони перевозили родини в країни ЄС і там очікували на рішення української влади. Незважаючи на це, моряки допомагають ЗСУ, волонтерському руху, навіть перебуваючи за кордоном. Тепер є сподівання, що ці родини повернуться в Україну і підтримуватимуть українську економіку та Збройні сили. Скільки родин повернеться і як швидко це станеться, покаже час. У спілці наголошують і на іншому аспекті необхідності надання дозволів на виїзд: втраті позицій на ринку. Як пояснює Король, замість українських моряків, що перебувають на суднах, приїжджали, зокрема, росіяни, внаслідок чого українці ризикували втратити робочі місця. Однією з ключових проблем для моряків є пошук альтернативи на суші після зупинки їх морської діяльності через війну. Українські моряки, які звикли до роботи на суднах, виявили себе в безвихідному становищі, оскільки вони стали безробітними та не мали можливості виїхати за кордон для пошуку нових можливостей. Специфічні навички, які вони здобули на морі, не завжди знаходять відображення на суходолі, і тим самим стають перешкодою в пошуку роботи в інших галузях. Українські моряки стають свідками викликів, пов'язаних із пошуком нового напрямку в своєму житті. Перед ними стоїть завдання знайти альтернативи на суші, де специфічні навички, здобуті на морі, не завжди знаходять відображення. У цьому контексті, пошук нових можливостей та методів зароботку стає не тільки важливим, але й необхідним завданням. По-перше, українські моряки можуть розглядати можливості переосвіти та підвищення кваліфікації в інших сферах. Це може включати в себе участь у курсах, тренінгах чи програмах навчання, спрямованих на вивчення нових галузей та навичок, які можна успішно використовувати на суходолі. Додатково, моряки можуть розглядати можливості розвитку себе у суміжних галузях. Наприклад, здобуті навички у навігації та технічному обслуговуванні суден можуть бути використані у галузі обслуговування суден на суходолі, а також у сферах, пов'язаних із транспортом та логістикою. Самостійне підприємництво – це інший шлях для українських моряків, щоб реалізувати свої навички та знання на суші. Вони можуть розглядати можливість відкриття свого бізнесу, пов'язаного з морською сферою, такого як обслуговування та ремонт суден, торгівля морським обладнанням або навіть морський туризм. Важливо також враховувати можливості в урядових програмах та соціальних ініціативах, спрямованих на підтримку тих, хто втратив роботу через воєнний конфлікт. Моряки можуть звертатися до цих ресурсів для отримання консультацій, фінансової допомоги чи можливостей професійного реабілітування. Навіть в умовах воєнного конфлікту і безробіття, знайти альтернативи на суші для українських моряків можливо. Ключовими елементами є гнучкість, відкритість новим можливостям та готовність до навчання та змін. Ініціатива та самомотивація стануть сильними союзниками у пошуку нового напрямку та успішного виходу з безвихідної ситуації. Після тривалих обговорень 27 серпня Кабмін дозволив морякам перетинати кордон. Звісно, не без низки обмежень. Тимчасово залишити територію України для роботи на кораблях отримають три категорії моряків. Передусім –

курсанти, які мають пройти практику для отримання диплома. Для отримання дозволу на виїзд студенти профільних навчальних закладів повинні надати Державній прикордонній службі підтвердження від навчального закладу, що вони прямують на практичну підготовку. Із запуском "зернової ініціативи", яка розблокувала три порти для експорту агропродукції, проблема наростала, адже для відправлення суден потрібен екіпаж. Деякі моряки змогли отримати дозволи на виїзд, але лише в межах "ініціативи". Тому до другої групи належать екіпажі суден, задіяні в експорті української агропродукції в межах "зернової ініціативи". Для отримання дозволу на виїзд їм потрібно надати судову роль – документ, що містить дані про кількість і склад екіпажу, прізвище та ім'я члена екіпажу, посаду, порт і дату вибуття, назву судна, підтвердження від Адміністрації судноплавства. Третьою і найбільш чисельною групою визначено інших українських моряків, які можуть з дозволу Збройних сил виїхати за межі країни для роботи на судах. Це стосується моряків, які виїжджають наземними шляхами, аби в іншій країні сісти на судно. Від них вимагатиметься більше документів: копія контракту та відмітка військкомату про надання дозволу на зміну місця перебування. Крім того, в уряді додали запобіжник, аби цей механізм не відкрив шлях для зловживань. Моряки повинні надати підтвердження від Адміністрації судноплавства, що вони мають належну освіту та робочі документи. Заявки подаватимуть до Адміністрації судноплавства через форму зворотного зв'язку на сайті, де перевірятимуть достовірність документів і видаватимуть підтвердження. У воєнний період, коли стикаєшся з труднощами та відсутністю можливостей, питання психологічної підтримки моряків стає крайньою важливістю. Особливо в умовах коли російська агресія призвела до великомасштабного конфлікту на території України. Робочі місця для українських моряків за кордоном, які до цього часу були їхнім звичним полем діяльності, раптово зникли. Замість безперервного життя на судах та подорожей за кордон, моряки виявили себе безробітними та прикутими до суші в умовах воєнного стану. Один із аспектів психологічної підтримки полягає в створенні спеціальних груп чи спільнот, які об'єднують моряків для обговорення проблем, спільного пошуку рішень та надання емоційної підтримки. Це може включати онлайн-ресурси, спільноти у соціальних мережах, вебінари та психологічні консультації. Важливим аспектом є також розробка програм самоврядування для моряків, щоб вони мали можливість самостійно управляти своєю життєвою ситуацією. Це може включати тренінги з особистісного розвитку, навичок пошуку роботи на суше, планування фінансів та інші навички, що допоможуть їм адаптуватися до нових умов життя та побуту. Окрім того, організація психологічних тренінгів та консультацій з управління стресом може допомогти морякам вражати на новий етап життя та впоратися з невизначеністю ситуації. Забезпечення доступу до психологічної допомоги та консультацій важливо для збереження ментального здоров'я моряків. У військовий час важливою стає роль держави в створенні програм підтримки та наданні ресурсів для психологічної адаптації моряків, що опинилися в складних умовах на суше через відсутність можливостей на морі. Спільна дія держави, громадських організацій та самих моряків може визначити успішні шляхи подолання труднощів та підтримки психологічного благополуччя в цих важливих часах. Спільноти моряків можуть бути різноманітними: це може включати об'єднання професійних моряків, групи підтримки членів екіпажів, асоціації та організації, які ставлять своєю метою захист інтересів морської спільноти. У таких спільнотах моряки можуть обмінюватися інформацією про найновіші обмеження та правила, спільно вирішувати питання щодо їхньої безпеки та прав, а також надавати взаємну підтримку. Підтримка моряків у воєнний період також може приймати форму благодійних організацій чи груп волонтерів, які забезпечують необхідні ресурси та допомогу для тих, хто опинився в складних обставинах через обмеження чи втрату роботи. Однією з ключових аспектів підтримки є інформаційна взаємодія, особливо в умовах нестабільності. Моряки можуть отримувати актуальну інформацію про безпеку в регіонах, які вони відвідують, а також про можливості для отримання допомоги чи роботи в умовах військового конфлікту. Усі ці зусилля спрямовані на забезпечення того, щоб моряки відчували себе підтриманими та інформованими, зменшуючи вплив військових подій на їхнє емоційне та професійне благополуччя. Взаємодія в межах спільнот та надання підтримки можуть стати

важливим фактором у збереженні стабільності та самопочуття моряків у період непевності та воєнного стану.

Висновки: Умови загостреної політичної обстановки та загроз воєнних конфліктів залишають невід'ємний слід на житті та роботі моряків торгового флоту. Російська агресія стала серйозним випробуванням для економіки та призвела до втрати джерела доходу для мільйонів родин, включаючи українських моряків. Зменшення можливостей для виїзду за кордон є значущим обмеженням для українських моряків, які залишаються в умовах військового конфлікту. Ситуація створює відчуття невизначеності та страху, ускладнюючи їхнє життя та вимагаючи не лише особистої ініціативи, але й системної підтримки від держави та громадських структур. Українські моряки стають перед важливим завданням подолання викликів та труднощів, зумовлених воєнним конфліктом, для збереження свого економічного та психологічного добробуту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Піліпчук О.В. Адаптація моряків до умов війни: досвід України / О.В. Піліпчук // Морський науковий журнал. - 2022. - Т. 10, № 1. - С. 45-56.
2. Голуб О.М. Психологічний стан моряків в умовах військових дій: аналіз впливу стресових факторів / О.М. Голуб, І.В. Кравченко // Військово-морський журнал. - 2023. - № 3. - С. 78-89.
3. Касьян О.П. Соціальні виклики для сімей моряків у воєнний період: досвід України / О.П. Касьян, Н.І. Мельник // Соціальна психологія та соціальна робота. - 2023. - Т. 8, № 4. -
4. Чернишова А.М. Економічні труднощі українських моряків у воєнний період: аналіз та перспективи / А.М. Чернишова, В.О. Коваль // Економічний аналіз. - 2023. - № 1. - С. 45-56.
5. Служба векторних карт британського адміралтейства (AVCS). Інструкція користувача. Версія 1.4. - УКНО, Taunton. - 2008. - 22 с.

УДК 656.052.1+629.7.05

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ КВАНТОВОЇ НАВІГАЦІЇ

Мазур О. М., к.т.н., доцент, **Гевший О.В.**, курсант, **Онищенко О. А.**, д. т. н., професор

Національний університет “Одеська морська академія”, Україна

Вступ. Там, де супутникова навігація покладається на зовнішній сигнал, квантова навігація заснована руху атомів, який відстежується в криогенних умовах. Замість супутника, розташованого у космосі, квантове навігаційне обладнання цілком знаходиться в кожному окремому транспортному засобі, йому не потрібен штучний зовнішній сигнал, а вимірювання проводяться “у точці використання”. Це означає, що сигнал “не дрейфує” і не спотворюється. Саме це значно ускладнює його перехоплення і заміну хибним сигналом [1].

Щоб виявляти зміни в русі та місці розташування об'єкта з безпрецедентною точністю ця сучасна технологія використовує спеціальні квантові датчики, включаючи акселерометри та гіроскопи. Такі датчики використовують квантову поведінку ультраохолоджених атомів - для досягнення набагато вищої точності вимірювань, ніж звичайні інструменти навігації [2].

Важливо відзначити, що стан будь-якої квантової навігаційної системи описується однією хвильовою функцією, незалежно від того, скільки частинок вимірювальна система містить. Більш того, якщо частинки, що утворюють квантову систему, однакові (зокрема, пучок фотонів з однаковим імпульсом і поляризацією), то це описується взаємодією між частинками. Такий стан частинок називають “зв'язаним” або “заплутаним”. Цей дивовижний,

експериментально підтверджений факт лежить в основі квантових інструментів навігації. Розглянемо фізичну основу їх функціонування та стан розвитку [3].

Квантова система передачі інформації: теоретичні основи. Така система передачі заснована на ефекті квантової телепортації. Останнє означає не передачу на відстань матеріальних об'єктів, а передачу абсолютно повної інформації про них і відновлення абсолютно точної копії об'єкта на приймальному кінці лінії зв'язку. Для здійснення квантової телепортації необхідно виконати дві умови. Перша - отримання зв'язаного квантового стану кількох частинок, що мають певні властивості (наприклад, спіни з нульовою сумою). Друга - створення руху частинок в таких умовах, у яких цей квантовий стан не руйнується і є щільним до моменту реєстрації інформації. Наразі обидві умови технічно виконуються.

Прикладом зв'язаного стану можуть бути два однофотонних пучка з різними хвильовими векторами. Зараз експериментально отримані зв'язані пари фотонів при каскадному розпаді в атомних системах, а також при опроміненні кристалу з квадратичною нелінійністю ультрафіолетовими фотонами. Такий фотон у кристалі розпадається на два червоних фотони, майже однакової енергії. Для виявлення зв'язаного стану частинок, зазвичай, використовують інтерференцію інтенсивності за схемою, наведеною на рис. 1. З'єднувальні поляризовані пучки 3 і 4, сформовані ультрафіолетовим випромінюванням 1 в кристалі 2, змішуються на напівпрозорому дзеркалі 6 і реєструються двома детекторами 7 і 8, звіти яких аналізуються і порівнюються на збіг у елементі 9. Є дві можливості для фотонів від кожного променя потрапити в один із детекторів. Збіг звітів від двох детекторів відповідає зв'язаному стану зареєстрованої пари частинок.

Перша експериментальна реалізація квантової телепортації була проведена в кінці 1997 року. Цей експеримент підтвердив можливість миттєвого зникнення інформаційного об'єкта з одного місця і його появи в іншому, просторово розділеному.

Схема цього досліджу наведена на рис. 2. Джерело ультрафіолетового випромінювання 1 в кристалі 2 створює фотони 9 і 10, будуючи з'єднання передавальної системи А з приймальною системою В. Далі проходить вимір фотонів 5, які пройшли поляризатор 4, і фотонів 9, що виходять при змішуванні їх за допомогою двох дзеркал 3 і напівпрозорого дзеркала 6 з детекторів 7 і 8. Поляризаційне дзеркало 11 і детектори 12 і 13 використовують для аналізу поляризаційних властивостей фотона на приймальній стороні В.

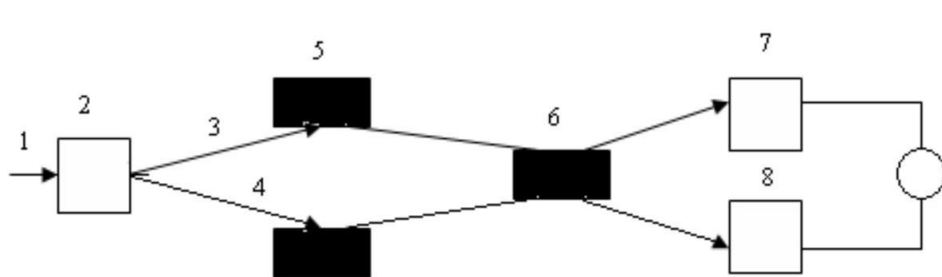


Рисунок 1. Схема моніторингу інтенсивності перешкод (пояснення в тексті) [3]

Експериментальне підтвердження інформаційної телепортації полягало в реєстрації сторони А у збігу звітів детекторів 7 і 8, фіксуючих момент інформаційної телепортації, та від детекторів 12, 13 (з боку В, який налаштований на реєстрацію різних зображень поляризованих фотонів 5). Зміна поляризації фотону 5 призводить до зміни поляризації фотону 10. Тобто таким чином відтворюється телепортація стану фотону 5.

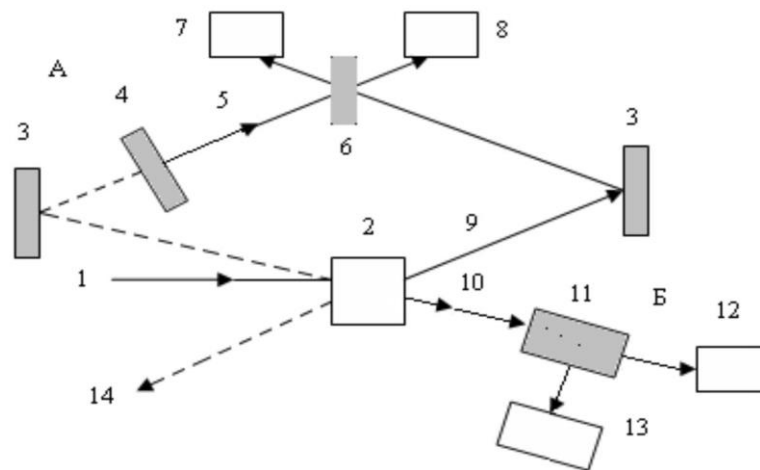


Рисунок 2. Схема експерименту з квантової телепортації (пояснення в тексті) [3]

Крім поляризованих зв'язаних пар фотонів, у 1999-2001 роках експериментально реалізовані три фотонних і чотири фотонно-зв'язаних станів. У ці роки реалізовано зв'язаний стан фотонів, що відрізняються за моментом імпульсу. Пізніше стало можливим отримати тривимірні зв'язані стани двох фотонів. Ці та інші експериментальні досягнення у створенні зв'язаних станів відкрили широкі можливості для практичного використання квантових систем передачі інформації.

Перший робочий прототип такої системи, випробуваний у 2002 році, використовував просту оптико-волоконну лінію, прокладену вздовж берега Женевського озера та по його дну. Видимість 99,6 % була досягнута на найдовшому маршруті Женева - Лозанна вздовж 67-кілометрового підводного кабелю.

Важливо відзначити, що таке з'єднання може мати абсолютну секретність передачі інформації, яку забезпечує секретний код. Тестований канал зв'язку виявився надзвичайно зручним у роботі. Передавач (А) і приймач (Б) мали розміри 48х48 см і були підключені до стандартної оптоволоконної лінії. Також відома і спроба передачі квантових кодів між двома гірськими вершинами на відстані 23 км.

Квантові системи визначення відстані до об'єкту та його місцезнаходження. Використання квантової когерентності та пов'язаних з нею квантових станів дозволяє суттєво покращити існуючі системи позиціонування.

Відомо, що позиціонування можна здійснити, посилаючи імпульси на об'єкт і вимірюючи інтервал часу, протягом якого ці імпульси досягають об'єкта. Точність цього визначення залежить від кількості імпульсів, ширини їх спектру і кількості фотонів в імпульсі. Якщо використовуються частотно-корельовані імпульси та вимірюється кореляція між часом надходження кількості M імпульсів (фотонів), точність позиціонування V може бути збільшена у VM разів порівняно з випадком, коли імпульси некорельовані та мають однакову ширину спектру. Крім того, якщо використовується метод стиснення імпульсу до рівня N , то можна досягти подальшого збільшення точності у VN разів, порівняно з випадком використання середньої кількості фотонів в імпульсі, що дорівнює нульовому. Таким чином, загальний ефект може дати збільшення точності у VMN разів. У той же час швидкість процесу вимірювання також значно покращується. Так, на цій основі працює Quantum IMU – новий квантовий інерційний вимірювальний датчик (рис. 3).

Відзначений позитивний ефект зумовлений тим, що у даному випадку використовуються не окремі незалежні імпульси, а сильнокорельоване світлове поле M фотонів у частотно-зв'язаному квантовому стані.

Зараз, коло прикладних робіт з використання квантових ефектів, розпочате у 1980-90-х роках, швидко розширюється. Результатами цих робіт є створення принципово нових квантових приладів і пристроїв зі значно покращеними характеристиками порівняно з “класичними аналогами” [3].

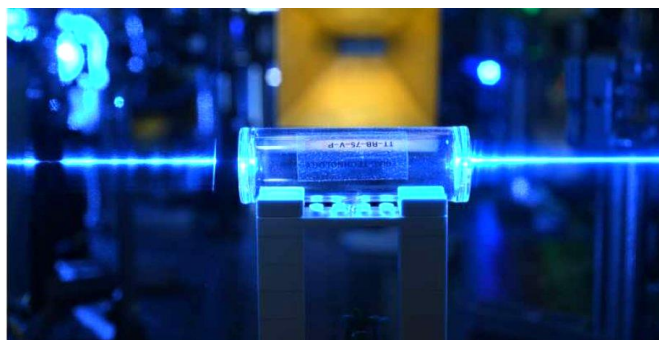


Рисунок 3. Квантовий датчик [10]

Окрім позиціонування, так само можна суттєво покращити систему синхронізації часу. Така синхронізація, зазвичай, здійснюється шляхом обміну імпульсами, випромінюваними між об'єктами, чий годинники мають бути синхронізовані, та вимірювання часу надходження цих імпульсів. Якщо відома швидкість руху імпульсів у середовищі, то час їх надходження дозволяє визначити взаємне розташування самих об'єктів, точно визначити відстань.

Одним із ключових проривів у квантовій навігації є розробка квантових інерційних вимірювальних одиниць (ІВО), які дозволяють здійснювати навігацію без використання зовнішніх сигналів, наприклад, таких як GPS. Навігаційні системи типу Quantum IMU були успішно випробувані на різних платформах, включаючи військові та комерційні літаки. Вони продемонстрували їх надійність у суворих умовах експлуатації та здатність забезпечувати точне визначення позиції, навіть під час перебоїв у отриманні сигналів GPS.

Подальші льотні випробування у Великобританії квантових навігаційних систем показали багатообіцяючі результати, що свідчить про значний технічний прогрес у напрямку інтеграції цих систем і можливе комерційне використання в аерокосмічній технології вже до 2030 року. Ці досягнення є частиною Національної квантової стратегії Великобританії, яка спрямована на зменшення залежності від вразливої супутникової навігаційної системи [4]. Подібним чином і Королівський флот Великобританії розпочав тестування квантових акселерометрів на борту військових кораблів, щоб покращити навігаційні можливості без зовнішніх сигналів [5]. Таким чином, експерименти продемонстрували, що квантова навігація є “завадостійкою” і відкриває шлях для більш широкого розповсюдження технології в найближчому майбутньому.

Зараз ведеться робота над удосконаленням інерціальних вимірювальних одиниць, побудованих на основі квантової технології (гіроскопи, компаси та акселерометри), яка є продовженням ранніх демонстрацій квантових систем, матерії-хвилі [6]. Так, британські вчені [10], які працюють у сфері оборони, стверджують, що вже зараз квантові пристрої можна використовувати для забезпечення навігації без GPS: дослідники Імперського коледжу (Лондон) розробили квантовий датчик (рис. 3), який використовує лазер для вимірювання хвильових властивостей ультрахолодних атомів у спеціально облаштованій камері. Коли корабель рухається, камера теж рухається, і атоми всередині неї повинні рухатися разом з нею. Точні лазерні імпульси відстежують рух атомів, і, отримавши ці дані, датчик визначає напрямок руху судна.

Квантовий компас (КК) - це революційний навігаційний інструмент, який може замінити GPS, особливо в регіонах, де супутникові сигнали недоступні або можуть бути спотворені. Він використовує квантову механіку, зокрема атомну інтерферометрію, яка вимірює рух переохолоджених атомів за допомогою світла. Відстежуючи рух цих атомів, КК може обчислювати положення та швидкість з неймовірною точністю [7]. Квантові компаси працюють за допомогою переохолодження атомів спеціальною криогенною системою і використання лазерів, які виявляють навіть найменших змін у русі транспортного засобу. Ці пристрої використовують хвильово-частинковий дуалізм атомів для вимірювання різниці у

фазі між елементарними частинками, надаючи високоточні дані про положення транспортного засобу без необхідності зовнішніх сигналів [8-10].

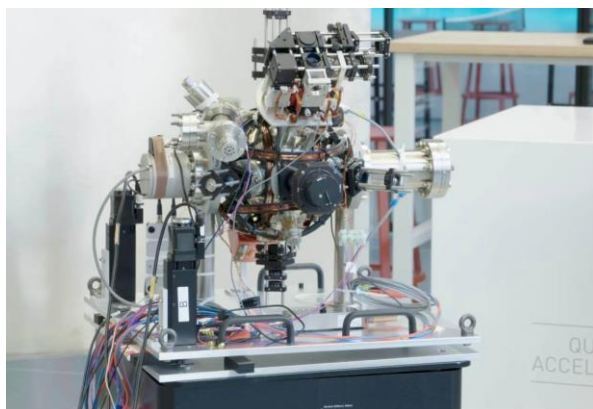


Рисунок 4. Конструкція квантового компасу [8]

Квантовий датчик (рис. 3, [10]) був випробуваний на борту дослідницького судна Королівського флоту "Патрік Блекетт" у 2023 році, а у 2024 році він пройшов додаткові випробування на борту британського військового корабля "Херст-Пойнт". Міністерство оборони Великобританії оптимістично оцінює перспективи квантової навігації та готується провести ще низку тестів, вкладаючи мільйони фунтів стерлінгів у ці дослідження.

Висновок. Нещодавні відкриття дозволили вченим мініатюризувати квантові навігаційні системи, які колись були розміром з кімнату і витрачали на свою роботу десятки кіловат енергії. Використовуючи фотонні інтегральні схеми, дослідникам вдалося зменшити ключові навігаційні компоненти, такі як лазерні системи, до розміру мікросхеми, що зробило квантові компаси більш практичними для застосування в реальному світі. Хоча ця технологія ще не є комерційно доступною, досягнення вказують на те, що портативні квантові компаси незабаром можуть замінити GPS у критичних областях, зокрема для військової навігації та навігації з високим рівнем безпеки [9]. Країни-учасниці НАТО сподіваються, що квантові технології допоможуть удосконалити навігаційні можливості військових кораблів, літаків, дронів усіх типів та ракет. Згідно з новою стратегією, квантові рішення будуть створені також і для додатків подвійного призначення, технологій оборонного планування, програмно-апаратного забезпечення для оперативної та ситуаційної сумісності, криптографічних систем, квантових комерційних датчиків та відмови від навігаційних супутникових систем, таких як GPS.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.weforum.org/agenda/2024/07/what-is-quantum-navigation-earth-observation/>
2. <https://thequantuminsider.com>
3. <https://vmh-bg.com/квантови-системи-за-навигация/>
4. <https://thequantuminsider.com>
5. <https://imperial.ac.uk>
6. <https://www.weforum.org/agenda/2024/07/what-is-quantum-navigation-earth-observation/>
7. <https://scitechdaily.com/revolutionary-quantum-compass-could-soon-make-gps-free-navigation-a-reality/>
8. <https://geoconnexion.com>
9. <https://livescience.com>
10. <https://focus.ua/digital/629466-reb-bolshe-ne-strashna-kvantovaya-navigaciya-sdelaet-flot-neuyazvimym-dlya-glushilok>

МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ АВАРІЙНОСТІ СУДЕН В ПІВНІЧНІЙ ЧАСТИНІ ТИХОГО ОКЕАНУ

Малюга Е. Є., ст. викладач, Балочкін І. В., курсант

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ За даними Міжнародної морської організації (ІМО), близько 33,57% усіх морських аварій спричинені природними факторами [1]. У північній частині Тихого океану, з огляду на інтенсивність несприятливих для судноплавства метеорологічних явищ, рівень аварійності серед суден залишається доволі високим. Наприклад, в 2023 році Transportation Safety Board of Canada отримало 1027 повідомлень про 235 аварій і 795 інцидентів на морі (з суден, що потрапили в аварійну ситуацію і послали повідомлення, 79% були під канадським прапором). З загальної кількості випадків, 39% морських аварій відбулося в Тихоокеанському регіоні. Найбільш постраждали при цьому, враховуючи їх масовість, риболовецькі судна, а також вантажні та танкерні кораблі, які не завжди можуть достатньо швидко і ефективно маневрувати в умовах штормів та сильних вітрів. [2]

Метеорологічні явища Тихого океану, що призводять до аварійних ситуацій

Шторми у північній частині Тихого океану можуть розвиватися дуже швидко, що ускладнює прогнозування небезпеки для суден. Вони, зазвичай, пов'язані з посиленням циклонічної діяльності з листопада по березень, а в західній частині – з виникненням тропічних циклонів з червня по листопад [3]. Під час зимових штормів низькі температури поєднуються з сильними вітрами і високими хвилями. Корпус судна швидко вкривається товстим шаром льоду, що призводить до збільшення маси надводної частини, підняття центру тяжіння і в кінцевому рахунку судно навіть може перевернутися.

Тропічні циклони у північній частині Тихого океану іноді набувають надзвичайної сили (є навіть термін «супертайфун»), особливо під час сезону тайфунів. Швидкість вітру у тропічному циклоні може перевищувати 100 м/с, хвилі – досягати висоти понад 10 метрів, а дощі викликають масштабні повені. Тайфуни є дуже небезпечними в прибережних районах Японії, Китаю та Філіппін. До того ж, якщо урагани в Північній Атлантиці завжди однаки, то в Тихому океані вони можуть спостерігатися парами та, при достатньому зближенні, кружляти навколо загального центру, збільшуючи тим самим зону небезпеки в десятки разів (ефект Фудзіварі) [4, 5, 6].

Взагалі, циклонічна активність у північно-західній частині Тихого океану є однією з найбільш небезпечних зон для судноплавства. За інформацією з досліджень Японського метеорологічного агентства (ЈМА), лише за один сезон тайфунів у 2018 році було зафіксовано більше 300 аварій та інцидентів, пов'язаних із погіршенням погодних умов, що призвело до пошкодження суден та зриву поставок [7]. Також варто зазначити, що кліматичні зміни значно впливають на частоту і силу тайфунів у Тихому океані. Згідно з доповідями Національного агентства океанічної та атмосферної адміністрації (NOAA), кількість інтенсивних тропічних циклонів збільшується з кожним роком. Це означає, що майбутні судноплавні маршрути ставатимуть ще небезпечнішими, якщо не будуть вжиті необхідні заходи для покращення прогнозування та захисту суден. [8]

Ще одним серйозним фактором є океанічні течії. Наприклад, течія Куросіо, одна з найпотужніших теплих течій, протікає вздовж узбережжя Японії. Вона сприяє утворенню нестабільних атмосферних умов, що може посилювати мусонні опади, а також як звичайні шторми, так і ті, що утворені тайфунами [9]. Крім того, в районі зустрічі Куросіо з холодними течіями з Охотського і Берингова морів часто виникають тумани. Взагалі, середні широти північно-західної частини Тихого океану вважаються самою туманною ділянкою Світового океану, де повторюваність туманів в середньому за рік складає 23% [10], а в червні – серпні становить 59,8% [11]. Однак, в період зимового мусону, з листопада по березень, коли з Азії

на океан виходить холодне сухе континентальне повітря, туман тут майже не спостерігається. При цьому, взимку в північно-східній частині Тихого океану повторюваність туману досягає 11% [12].

Висновки

Тихий океан, займаючи близько третини всієї поверхні Землі, має надзвичайно різноманітні погодні умови, що суттєво впливають на безпеку судноплавства. Особливо це проявляється у північній частині океану, де наявність різних кліматичних зон і центрів дії атмосфери, мусонний клімат та велика кількість океанічних течій призводить до виникнення великої кількості небезпечних для судноплавства метеорологічних чинників і явищ. До них належать тайфуни, потужні циклони, атмосферні фронти, тумани, шторми, небезпечні хвилі, морська крига, зледеніння судна, екстремальні температури повітря і океану.

Одним з ключових факторів, що впливає на аварійність суден у північній частині Тихого океану, є кліматичні зміни. Згідно з численними дослідженнями, такими як звіти Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), зміни клімату призводять до зростання температур океанів, що сприяє утворенню більш інтенсивних тропічних циклонів. Оскільки поверхня океану нагрівається, утворюються більш потужні циклони, які завдають серйозної шкоди як прибережним регіонам, так і суднам у відкритому морі. Сучасні дослідження показують, що з кожним роком збільшується як частота виникнення циклонів, так і їх інтенсивність. [8].

ЛІТЕРАТУРА

1. Marpaung et al. (2023) Analysis of Formal Safety Assessment (FSA) for Ship Accident Risk Assessment: A Case Study of Work Accident MV Mandarin Ocean at Tanjung Priok Main Port *ARRUS Journal of Social Sciences and Humanities*, Vol. 3, No. 4 (2023) <https://doi.org/10.35877/soshum1945>
2. <https://www.bst.gc.ca/eng/stats/marine/2023/ssem-ssmo-2023.html#fn2>
3. Суховій В. Ф. Основні риси гідрологічного режиму Атлантичного и Тихого океанів. – Київ: «УМК ВО», 1992. 219 с.
4. <https://wmo.asu.edu/content/world-maximum-surface-wind-gust-TC>
5. <https://www.weather.gov/news/fujiwhara-effect>
6. <https://www.britannica.com/science/tropical-cyclone>
7. https://en.wikipedia.org/wiki/2018_Pacific_typhoon_season
8. <https://www.wartsila.com/insights/article/how-climate-change-is-impacting-shipping-and-maritime-trade>
9. Hu Dunxin et al. (2015). [Pacific western boundary currents and their roles in climate](#). *Nature*. 522 (7556): 299–308.
10. Fu, G., and Song, Y. J. (2014). Climatology characteristics of sea fog frequency over the Northern Pacific. *J. Ocean Univ. China*. 44 (10), 35–41.
11. Dorman, C. E., Mejia, J., Koraćin, D., and McEvoy, D. (2017). Worldwide marine fog occurrence and climatology, in *Marine fog: Challenges and advancements in observations, modeling, and forecasting* (Springer), 7–152.
12. Li X, Zhang S, Koraćin D, Yi L and Zhang X (2022) Atmospheric conditions conducive to marine fog over the northeast Pacific in winters of 1979–2019. *Front. Earth Sci.* 10:942846. doi: 10.3389/feart.2022.942846

СТАТИСТИЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК РОЗПОВСЮДЖЕННЯ КРИГИ В ПРОТОЦІ ДЕЙВІСА ТА МОРІ ЛАБРАДОР З АТМОСФЕРНИМ ТИСКОМ І ШВИДКІСТЮ ВІТРУ

Малюга Е. Є., ст. викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ

У доповіді Всесвітньої метеорологічної організації (WMO) «Стан глобального клімату у 2023 році» повідомляється, що середня температура за десятиріччя 2014 – 2023 рр. перевищила середню температуру за період з 1850 по 1900 рр. на $1,20 \pm 0,12^{\circ}\text{C}$, а 2023 р. став найтеплішим за всі 174 роки спостережень [1]. При цьому було помічено, що швидкість потепління в Арктиці за останні 30 років вдвічі-втричі перевищує аналогічний показник в інших районах земної кулі [2, 3] (цей феномен назвали «арктичним посиленням»). У зв'язку з цим для навколишнього середовища як Арктики, так і інших регіонів, постала ціла низка проблем, що потребують вирішення [4]. Одночасно це відкриває більш сприятливі перспективи розвитку морського судноплавства через Північно-Західний прохід Канадської Арктики. Основні переваги цього маршруту – значне скорочення відстані. Так, наприклад, відстань від Лондона до Токіо через Панамський канал становить близько 23000 км, через Суецький канал – 21000 км, а через Північно-Західний прохід - лише 16000 км. Це приблизно два тижні економії часу та палива в дорозі [5]. Враховуючи ще і багато проблем, з якими неодмінно стикаються судноводії при проходженні каналів, а саме – обмежена пропускна кількість кораблів за добу, довгі черги, сотні тисяч доларів за прохід, величезна плата за позачерговий прохід, напади хуситів на судна у Червоному морі [6, 7, 8] та інші, – все це в підсумку робить маршрут через Північно-Західний прохід надзвичайно привабливим для мореплавців. Тому вивчення мінливості льодового покриву в проході особливо актуальне в наш час. Дана робота присвячена одному з аспектів цього напрямку, а саме пошуку статистичного зв'язку між розповсюдженням криги на початку маршруту, в протоці Дейвіса і морі Лабрадор, у період максимального поширення льоду та атмосферним тиском на рівні моря і швидкістю вітру на висоті 10 м над рівнем моря.

Опис матеріалів і методів дослідження

Для вивчення стану крижаного поля використовувалися карти з архіву [National Snow and Ice Data Center](#) [9] за період з 1979 по 2023 рр. Фрагмент такої карти представлено на рис.1. Беручи до уваги, що період максимального розповсюдження криги триває з березня по травень [10, 11], датою для аналізу було вибрано 15 квітня.

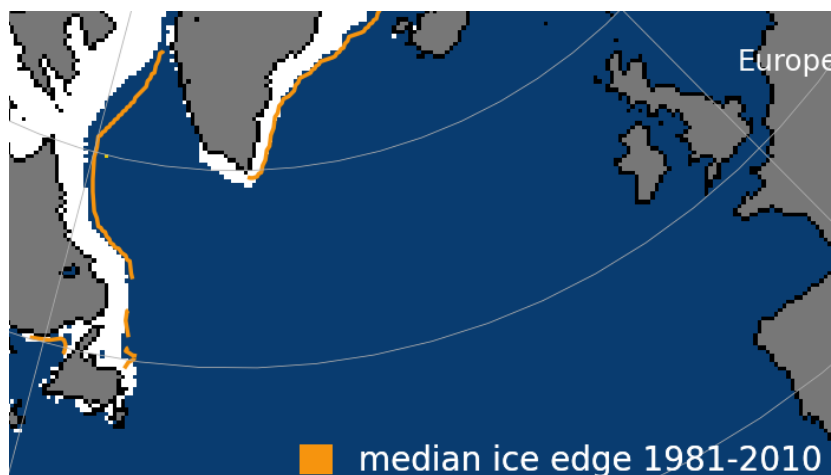


Рисунок 1. Розповсюдження морської криги в північній півкулі на 15.04.2023 [9]

Відповідно до мети роботи, встановлення статистичного зв'язку відбувалося за допомогою кореляційного аналізу між згладженим цифровим рядом відхилень розповсюдження льоду (за період з 1979 по 2023 рр.) від середньої межі розповсюдження (за період з 1981 по 2010 рр.) на 15 квітня (помаранчева лінія на рис. 1) [12] і середньомісячними даними по атмосферному тиску та швидкості вітру (1979 – 2023 рр.) Європейського центру середньострокових прогнозів погоди ([ECMWF European Reanalysis V5 \(ERA5\) \[0.25°\]](#)) [13]. Числові ряди середніх за місяць значень тиску і швидкості вітру з 1979 по 2023 роки також були перетворені у згладжені ряди, відповідно процедурі з рядом аномалій з роботи [12]. Таким чином були отримані числові ряди з 44 членами, для яких коефіцієнти кореляції 0,48 і вище будуть значущими на рівні 0,01.

Результати дослідження та їх обговорення

Спочатку визначаємо коефіцієнти кореляції членів згладженого ряду аномалій з атмосферним тиском на рівні моря (AP) і швидкістю вітру на висоті 10 м над рівнем моря (WS), осередненими на десятиградусних квадратах в північній частині Атлантичного океану (тут і далі для січня – лютого 2023 р. та для кожного місяця попереднього року). Максимальні значення цих показників було отримано у квадраті 70 – 80° N, 10 – 20° W для AP у грудні – вище - 0,56 (і ще у трьох квадратах – -0,56) та у квадраті 50 – 60° N, 30 – 40° W для WS, також у грудні, – - 0,54. До речі, значуща кореляція з атмосферним тиском в десятиградусних квадратах Північної Атлантики спостерігалася набагато частіше, ніж зі швидкістю вітру і лише у грудні, в той час, як кореляція з WS у квадраті 70 – 80° N, 10 – 20° W, спостерігалася і у червні – 0,48.

Потім коефіцієнти кореляції знаходилися вже по п'ятиградусним квадратам. Найбільші показники для AP були у квадраті 70 – 75° N, 15 – 20° W, – вище -0,58 (і ще у двох квадратах – -0,58) у грудні, для WS – у квадраті 55 – 60° N, 35 – 40° W, – 0,6 у грудні. Крім цього, значуща кореляція для AP в інших квадратах спостерігалася в травні (-0,5) і листопаді (-0,48), а для WS – у лютому (0,5), березні (0,51), червні (0,5) попереднього року, а також березні (0,59). Таким чином, спостерігаємо аналогічну ситуацію – у більшості випадків маємо значущу кореляцію з атмосферним тиском у грудні (але тепер вона трохи менша, ніж зі швидкістю вітру). До того ж, для WS знайдено статистичний зв'язок ще з чотирма місяцями, а для AP – лише з двома.

На наступному етапі продовжуємо збільшувати масштаб і визначаємо коефіцієнти кореляції по 2,5-градусним квадратам. Це трохи підвищило кореляцію з AP до -0,6 (у чотирьох квадратах) у грудні, до -0,51 у травні та до -0,49 у листопаді. У випадку зі швидкістю вітру спостерігаємо наступне: невелике підвищення показників відбулося у грудні (вище 0,6) і березні (0,6), більш значне у червні – з 0,5 до 0,52, а в лютому і березні попереднього року вони зросли з 0,5 до 0,61 та з 0,51 до 0,6 відповідно. Також з'явився новий значущий коефіцієнт кореляції, якого не було раніше – -0,52 у лютому. При цьому, як і раніше, кількість значущих коефіцієнтів з AP суттєво переважає.

Висновки

В результаті проведеного дослідження, в північній частині Атлантичного океану визначено кілька районів, де показники атмосферного тиску на рівні моря і швидкість вітру **на висоті 10 м над рівнем моря суттєво впливають на розповсюдження льодового покриву** в Дейвісовій протоці та морі Лабрадор в період максимального розвитку.

Виявилось, що кількість таких районів, пов'язаних з впливом атмосферного тиску, набагато більше, ніж тих, що пов'язані з впливом швидкості вітру, але коефіцієнти кореляції зі швидкістю трохи перевищують кореляцію з тиском. До того ж, якщо на розповсюдження криги на 15 квітня в протоці та морі впливає переважно тиск у грудні і значно менше у травні та листопаді попереднього року, то статистичний зв'язок зі швидкістю вітру знайдено як для грудня, лютого і березня, так і для лютого (найвищий коефіцієнт кореляції з усіх знайдених!), березня і червня попереднього року. Тобто, завчасність прогнозу максимального поширення

криги у досліджуваному районі по даним атмосферного тиску може бути на 3 місяці вперед (кореляція з травнем і листопадом недостатньо висока), а по показникам швидкості вітру – більше, ніж на рік вперед.

В перспективі, знаходження коефіцієнтів кореляції по 1-градусних, 0,5-градусних квадратах і в точках повинно підвищити їх значення.

ЛІТЕРАТУРА

1. World Meteorological Organization. URL: <https://wmo.int/news/media-centre/climate-change-indicators-reached-record-levels-2023-wmo>
2. Cohen, J., Pfeiffer, K. & Francis, J.A. Warm Arctic episodes linked with increased frequency of extreme winter weather in the United States. *Nat Commun* **9**, 869 (2018).
1. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-02992-9>
2. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for policymakers / The Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021. URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
3. *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Chapter 3: Polar Regions / The Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019. URL:
4. <https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/chapter-3-2/>
5. <https://discoveringtheartctic.org.uk/arctic-people-resources/resources-from-the-edge/northwest-passage-the-arctic-grail/>
6. <https://www.clydeco.com/en/insights/2024/01/drought-at-the-panama-canal-delay-rising-prices-an>
7. <https://www.seatrade-maritime.com/shipping-finance/suez-canal-revenue-drops-by-almost-half-due-to-red-sea-crisis>
8. https://www.quora.com/How-much-does-it-cost-to-sail-through-the-Panama-Canal?force_dialog=1
9. https://masie_web.apps.nsidc.org/pub/DATASETS/NOAA/G02135/north/daily/images/
10. Admiralty sailing direction / Arctic Pilot, Vol. III, NP 12.
11. Admiralty sailing direction / Newfoundland and Labrador Pilot, NP 50.
12. Малюга Е.Є., Гаврилюк Р. В. Міжрічна мінливість льодового покриття в протоці Дейвіса та морі Лабрадор за період з 1979 по 2023 рр. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. №32
13. https://climatereanalyzer.org/reanalysis/monthly_tseries/

УДК 528.28: 656.61.052

МОЖЛИВІ ЗМІНИ ТЕЧІЇ ГОЛЬФСТРІМУ І НАСЛІДКИ ЗМІН

Морар В.В., група 1201, керівник Северін В.В., ст. викладач

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. Морські течії, зокрема Гольфстрім, є ключовими компонентами глобальної кліматичної системи. Вони відіграють важливу роль у регулюванні температури океанів і атмосфери, переношуючи тепло з тропіків до полярних регіонів. Гольфстрім, одна з найпотужніших теплих течій, формує клімат не лише в Північній Америці, але й у Західній Європі, впливаючи на погодні умови, екосистеми та економічну діяльність. Однак унаслідок кліматичних змін та людської діяльності відбуваються серйозні зміни в його динаміці, що може мати далекосяжні наслідки. Цей доклад має на меті детально проаналізувати ці зміни та їх потенційні наслідки.

Мета. Метою цього доповіді є всебічний аналіз можливих змін течії Гольфстріму внаслідок глобального потепління, обговорення їх впливу на клімат, екосистеми, економіку та суспільство, а також розгляд можливих стратегій адаптації до цих змін.

Гольфстрім як важливий океанічний потік: Гольфстрім — це потужна океанічна течія, що переносить теплі води з Карибського моря до північної Атлантики. Має значний вплив на клімат Європи, забезпечуючи помірковані температури навіть у північних широтах.

Фактори, що можуть змінити течію Гольфстріму: Глобальне потепління, яке призводить до танення льодовиків і збільшення кількості прісної води в Північному Атлантичному океані. Зміни в солоності та температурі води, що можуть сповільнити або змінити напрямок течії.

Можливі наслідки змін течії: Охолодження Європи: Сповільнення Гольфстріму може призвести до різкого зниження температури в Західній Європі, зокрема в Великій Британії та Скандинавії. Підвищення рівня океану: Сповільнення потоку може викликати підвищення рівня води в західній частині Атлантики, зокрема на узбережжі США. Зміни в погодних умовах: Потенційне збільшення частоти екстремальних погодних явищ, таких як штормові хвилі та дощі. Зміни в екосистемах: Зміни температури води можуть вплинути на морське життя, зокрема на міграцію риб і розвиток морських екосистем.

Вплив на глобальну термохалінну циркуляцію: Гольфстрім є частиною глобальної термохалінної циркуляції, яка впливає на клімат на планеті. Сповільнення або зупинка цієї циркуляції може призвести до глобальних кліматичних змін, зокрема у вигляді посух, змін в опадах та сильних морозів.

Можливі заходи для зменшення наслідків: Зниження викидів парникових газів: Основний спосіб уповільнення глобального потепління і, відповідно, зменшення тиску на зміну течії Гольфстріму. Моніторинг і прогнозування: Розвиток наукових досліджень для моніторингу змін в океанських течіях і прогнозування їх наслідків. Міжнародна співпраця: Скоординовані дії країн для боротьби зі змінами клімату та адаптації до нових умов.

ЛІТЕРАТУРА

1. Климчук, В. В. (2015). Атлантичні океанічні течії та їх роль у формуванні клімату Європи. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.
2. Борейко, С. І. (2020). Глобальне потепління і його вплив на океанічні течії: прогнози та реальність. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування.
3. Гавриленко, В. В. (2016). Зміни клімату та вплив Гольфстріму на погоду в Європі. Метеорологія і гідрологія.

УДК 656.61(265.059)–048.58

ПАНАМСЬКИЙ КАНАЛ. АЛЬТЕРНАТИВНІ ШЛЯХИ

Пархоменко Г.О., курсант гр. 1303, керівники Васильєв Д.В., ст. викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Панамський канал - судноплавний канал, що з'єднує Панамську затоку Тихого океану з Карибським морем та Атлантичним океаном, розташований на Панамському перешийку біля держави Панама. Довжина - 81,6 км, у тому числі 65,2 км перетину суші та 16,4 км по морському каналу з поглибленням дна по Панамській та Лимонській бухтах (для проходу суден до глибокої води), загальна ширина - 150 метрів (ширина історичних шлюзових) камер 33 метри), глибина - 12 метрів. Офіційно відкрито 12 червня 1920 року. Будівництво Панамського каналу стало одним із найбільших та найскладніших будівельних проєктів, здійснених людством. Панамський канал справив неоціненний вплив на розвиток судноплавства та економіки в цілому в Західній півкулі та в усьому світі, що зумовило його надзвичайно високе геополітичне значення. Завдяки Панамському каналу більше не потрібно обгинати Південну Америку, і морський шлях із Нью-Йорка до Сан-Франциско скоротився з 22,5 тис. км до 9,5 тис. км. У 2009-2016 роках. канал був модернізований і почав пропускати нафтові танкери

водотоннажністю понад 130 тис. тонн. Північну та Південну Америки з 1920 року розрізає штучно створений Панамський канал. Ці 65 км гідротехнічних споруд об'єднують Атлантичний і Тихий океани і є одним з найскладніших будівельних проєктів, здійснених людством. Перші спроби прокласти короткий шлях між двома океанами робилися задовго до початку будівництва каналу, але всі вони зазнавали невдачі. Виявилося, що просто прорити канал переважно гірською територією Панами неможливо – гірські породи постійно обсипалися і блокували прохід. У 1904 році інженери вирішили зробити канал над рівнем моря, заповнивши частину суходолу водою. Для цього з боку кожного океану побудували дамби, завдяки чому в середині Панами утворилися два озера: Гатун та Алахуела. Перше відіграє роль коридора, яким рухаються судна, а друге забезпечує половину живлення каналу водою. Озеро Гатун розташоване на 26 метрів вище рівня Тихого та Атлантичного океанів, тому підйом на цю висоту та опускання суден відбувається з використанням трьох шлюзів у кожному напрямку. Перший набір шлюзів на вхід і вихід кораблів неминуче випускає частину води в океан, а відтак – знижує рівень води в озері. Проходження одного судна вимагає 200 тис куб м води. Зазвичай це не проблема, оскільки ці обсяги компенсуються щільними тропічними дощами в регіоні. Особливо в так званий мокрий сезон, який щороку триває з травня по грудень. Однак у 2023 році Панама переживає посуху, яка змусила країну в травні оголосити надзвичайний екологічний стан. За даними Смітсонівського інституту тропічних досліджень, кількість опадів у Панамі на 30-50% нижча за норму, а територія навколо каналу переживає один з двох найпосушливіших років за 143 роки ведення спостережень у країні. Такі наслідки глобального потепління погіршуються впливом кліматичного феномену Ель Ніньо, який викликає підвищення температури на 5-9 градусів у тропічній частині Тихого океану. Тож зараз дощі не можуть поповнити витрачену при проходженні суден воду. Це означає, що Панамський канал почав пересихати.

Реагуючи на природний виклик, адміністрація каналу на початку серпня запровадила обмеження на добове проходження суден. Встановлений пропускний показник становить 32 кораблі проти 36-ти, які щодня рухалися каналом до цього, і 40-ка – рік тому. Обмежена й максимальна осадка суден, які можуть проходити каналом. Зазвичай вона становить 15,2 м, а із серпня пропуск отримують лише кораблі з осадкою до 13,41 м. Очікувалося, що обмеження діятимуть до 21 серпня. Однак адміністрація оголосила, що правила будуть чинними до кінця 2023 року і частково – у 2024-му, якщо суттєво не зміняться погодні умови. Ці обмеження спричинять зменшення обсягів перевезення вантажів, збільшення терміну транспортування товарів, зростання вартості логістики. У підсумку зростуть ціни для кінцевих споживачів. Панамський канал з'єднує 2 тис портів у 170 країнах. Найбільш важливий він для США: у 2022 році 73,7% перевезених каналом товарів ішли в цю країну або з неї. На Китай припадав 21%, на Японію – 13%. Для цих країн канал критично важливий, адже дозволяє скоротити маршрут транспортування вантажів на тисячі кілометрів. За даними адміністрації Панамського каналу, найчастіше ним користуються судна, які рухаються із Сполучених Штатів до Азії та у зворотному напрямку. Через канал здійснюються 6% світової торгівлі, а серед основних вантажів, що ним проходять, – пальне, скраплений газ, вугілля, зерно та метали. У 2022 році ним скористалися 14 тис суден, які перевезли 300 млн тонн вантажів. Левову частку всіх вантажів становлять контейнери, проте вони найменш уражені обмеженнями. Контейнеровози проходять майже без черг, адже часто мають бронювання на транзит на рік уперед і рухаються за фіксованим графіком. Під більшим ударом опинилися балкери й танкери. У судноплавній компанії Howe Robinson Partners вважають, що з огляду на перевантаженість каналу дедалі менше фірм готові фрахтувати судна на маршруті із США до Східної Азії. Логістичні компанії змушені шукати інші маршрути. Наприклад, американський експортер скрапленого газу Cheniere Energy в липні заявив, що через затримки уникатиме використання Панамського каналу для доставки СПГ. Норвезька компанія Avance Gas, яка управляє 17 суднами, змінила маршрути 75% своїх кораблів, які перевозять американський бутан і пропан. Тепер ті з них, що прямують із США до Японії, Кореї та Китаю, проходять через Суецький канал або навколо мису Доброї Надії, що в Південній Африці. Через канал

здійснюються 6% світової торгівлі, а серед основних вантажів, що ним проходять, – пальне, скраплений газ, вугілля, зерно та метали. У 2022 році ним скористалися 14 тис суден, які перевезли 300 млн тонн вантажів. Левову частку всіх вантажів становлять контейнери, проте вони найменш уражені обмеженнями. Контейнеровози проходять майже без черг, адже часто мають бронювання на транзит на рік уперед і рухаються за фіксованим графіком. Під більшим ударом опинилися балкери й танкери. У судноплавній компанії Howe Robinson Partners вважають, що з огляду на перевантаженість каналу дедалі менше фірм готові фрахтувати судна на маршруті із США до Східної Азії. Логістичні компанії змушені шукати інші маршрути. Наприклад, американський експортер скрапленого газу Cheniere Energy в липні заявив, що через затримки уникатиме використання Панамського каналу для доставки СПГ. Норвезька компанія Avance Gas, яка управляє 17 суднами, змінила маршрути 75% своїх кораблів, які перевозять американський бутан і пропан. Тепер ті з них, що прямують із США до Японії, Кореї та Китаю, проходять через Суецький канал або навколо мису Доброї Надії, що в Південній Африці. Таких змін наразі небагато, але якщо посуха збережеться, то восени слід очікувати більших проблем. Виникнуть перебої в поставках енергетичних товарів напередодні зими та аграрної продукції після жнив у США. Наразі складно оцінити масштаб наслідків для світової торгівлі. Усе залежатиме від того, як довго триватиме посуха. Проте проблеми є вже зараз: простої, ризик скасованих контрактів через зрив термінів поставок, вищі комісії за прохід каналом та додаткові комісії з боку логістичних компаній. За оцінками адміністрації Панамського каналу, до кінця 2023 року виручка компанії може зменшитися на 200 млн дол. Крім того, посуха загрожує мешканцям Панами, адже озера довкола каналу забезпечують питною водою половину країни з населенням 4,2 млн осіб. Посуха відбувається не вперше і не лише в Панамі. У 2019 році цей канал також страждав від відсутності дощів і запроваджував обмеження на транзит суден та їх тоннажність. Відтоді його адміністрація працювала над підвищенням ефективності використання води під час підйому та спуску суден. У 2020 році вона запровадила додаткову комісію за використання води, а у 2021 році найняла інженерний корпус армії США, аби за десять років спрямувати в канал води додаткових чотирьох річок. На це витратили 2 млрд дол.

ЛІТЕРАТУРА

1. Панамський канал збільшив прибутки, не зважаючи на обмежену пропускну спроможність. *Сайт о логистике и управлении цепями поставок*. URL: <https://logist.fm/news/panamskiy-kanal-zbilshiv-pributki-ne-zvazhayuchi-na-obmezhenu-propusknu-spromozhnist> (дата звернення: 12.11.2024).
2. Панамський канал запровадить новий довгостроковий метод розподілу слотів для суден Neo-Panamax. *Website for transport and logistics | trans.info*. URL: <https://trans.info/ua/panamskiy-kanal-novyy-dovhostrokovyy-metod-rozpodilu-slotiv-dlya-suden-neo-panamax-394200> (дата звернення: 12.11.2024).
3. Панамський канал бореться з посухою. *Website for transport and logistics | trans.info*. URL: <https://trans.info/ua/panamskiy-kanal-boretsya-z-posukho-yu-396515> (дата звернення: 12.11.2024).

УДК629.056:004.8(045)

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ У НАВІГАЦІЇ ТА СУДОХОДСТВІ. ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ

Патрик М.В., курсант гр. 1407, керівник Алексішин А.В., к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Людський фактор часто є причиною катастроф і подій у всьому світі, і вчені вже всерйоз замислюються про заміну людини незабаром у багатьох професійних сферах. Штучний

інтелект вже давно використовується у всіх сферах людського життя, і судноплавство не є винятком. Експлуатація систем за допомогою прийняття рішень із глибоким машинним навчанням не обмежується лише допомогою у побудові маршруту, але й поширюється зниження ризиків і запобігання зіткнень у морі. Базою для машинного навчання є конвенції - уніфіковані правила, що регулюють певні сфери суднової навігації. Однак будь-яка модернізація пов'язана із певними ризиками. Ця стаття орієнтована оцінку як подібних ризиків, а й перспектив автоматизації судноплавства загалом.

У практиці мореплавства при здійсненні морської навігації часто відбуваються непередбачені аварійні ситуації, пов'язані, перш за все, зі зіткненнями суден, посадкою їх на мілину, збоями в роботі систем судна внаслідок недотримання правил експлуатації тощо. Подібні надзвичайні ситуації ведуть не лише до економічних втрат, але і до серйозного ризику для життя та здоров'я екіпажу. Введення в експлуатацію штучного інтелекту та автоматизації може значно знизити, або звести до мінімуму подібні ризики та зробити судноплавство безпечнішим, проте подібна модернізація несе за собою також певні ризики та недоліки.

Об'єктом дослідження є впровадження та використання технологій штучного інтелекту та автоматизації для зниження економічних та інших ризиків при морських перевезеннях.

Мета: вивчення застосування штучного інтелекту у сфері навігації, перспектив автоматизації судноплавства та виявлення недоліків та недоліків модернізації систем при судноводінні.

Виходячи з даних деяких досліджень було підраховано, що з усієї кількості морських аварій з 2018 по 2023 рр., викликані помилкою людини, становили від 75% до 96% від загальної кількості. фактор є головним фактором, який визначив 75% страхової вартості всіх досліджених Еквівалентом даної кількості претензій є 2.6 млрд доларів збитків.

Незважаючи на високу технічну оснащеність сучасних суден, людський фактор продовжує істотно впливати на навігацію. мал. 1). березня і 6 квітня рух каналом було відновлено, проте фінансові збитки для світової економіки, за оцінкою експертів, склали 230 млрд доларів. Подібні ситуації не є винятком і відбуваються відносно часто. Maersk Emerald також сів на мілину через заглухлий двигун через невчасну роботу екіпажу Хоч судно і вдалося відбуксувати в цей же день, подібний інцидент міг також завдати значної шкоди світовій економіці.

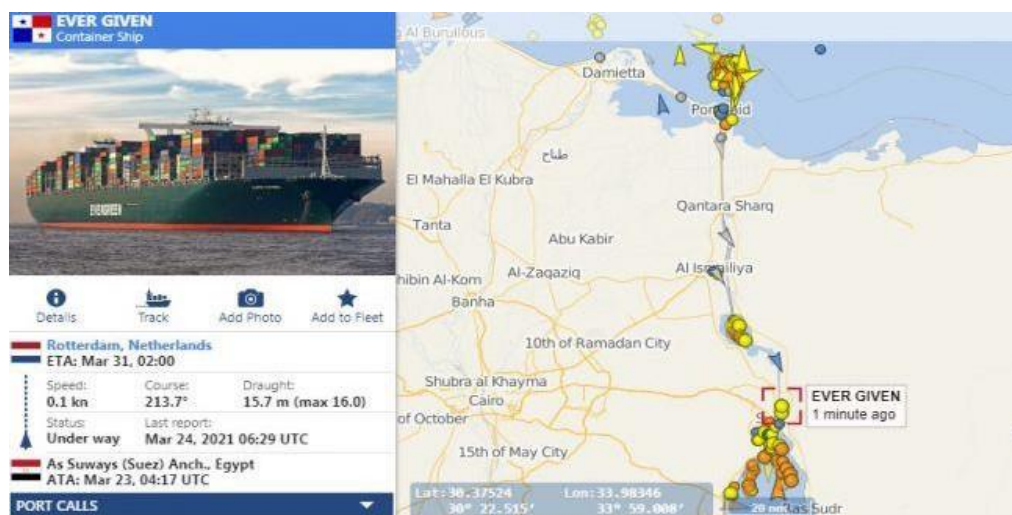


Рисунок 1. Корок, що утворився в результаті посадки на мілину в Суецькому канал

Розглянемо сценарій, який продемонструє відсутність чіткості, а значить і неможливості сепаративного використання II, у запобіганні зіткненням. Коли два судна при хорошій видимості рухаються, створюючи ризик зіткнення, судно А (що поступається судно), по правому борту якого знаходиться судно В, повинно, наскільки можливо, вжити суттєвих і своєчасних заходів для того, щоб поступитися йому дорогою (правила 8 і 16 ППСС), а судно має дотримуватися покладені курс і швидкість для обходу судна А (правило 17 ППСС). У

нашому сценарії (рис. 3) судно А в більшості випадків змінить свій курс на правий борт (позначимо пунктирною лінією) і дозволить судну зберегти свої швидкість і курс для проходження по лівий борт судна А, після чого судно А зможе скоригувати свій курс.

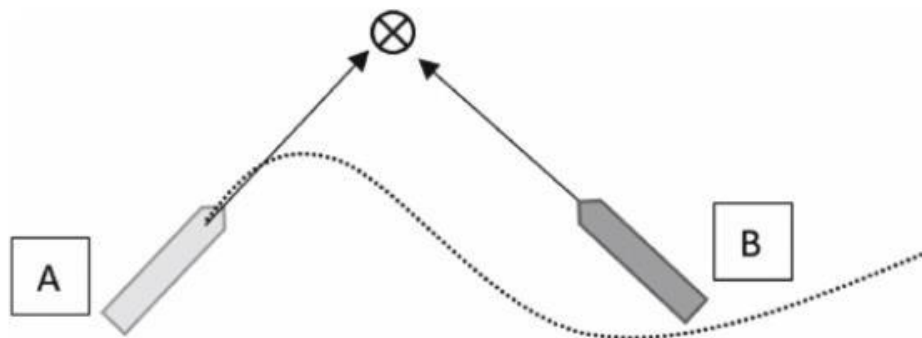


Рисунок 2. Перехресний рух між двома судами

Відповідно до резолюції ІМО А.893 всі судна на початок рейсу мають розробити рейсовий план. Рейсовий план – це комплексне керівництво, розроблене та використовуване екіпажем судна на містку для визначення найбільш сприятливого маршруту, виявлення потенційних проблем та небезпек на маршруті та забезпечення безпечного рейсу. Після визначення навігаційних небезпек у межах параметрів, встановлених оператором, маршрут завантажується в бортову навігаційну систему та відстежується в судновій електронній картографічній та інформаційній системі (ECDIS). Будь-яке значне відхилення від маршруту, що відстежується, може призвести до переходу судна в неперевірені води. Можливий альтернативний контрольований маршрут для судна А в ситуації перетину зображено на рисунку 3.

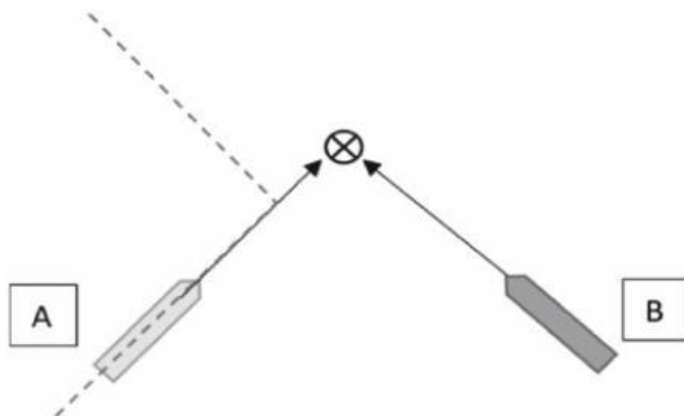


Рисунок 3. Ситуація перетину між двома судами з одним відображеним маршрутом

1. У процесі прийняття рішення про уникнення зближення з судном, вахтовий помічник на судні А може вибрати наступні варіанти дії (рисунок. 4):
2. «Не звертати уваги» на відстежуваний маршрут, суворо слідувати ППРС і пізніше повернутися на лінію маршруту;
3. Вжити заходів, щоб уникнути ситуації зіткнення заздалегідь і повернути до порту, тобто. скоротити відстежуваний маршрут;
4. Слідувати запланованому маршруту, але зв'язатися з судном, щоб інформувати його про заплановані дії;
5. Зменшити швидкість і продовжити рух за відстежуваним маршрутом (пропустити вперед судно В).

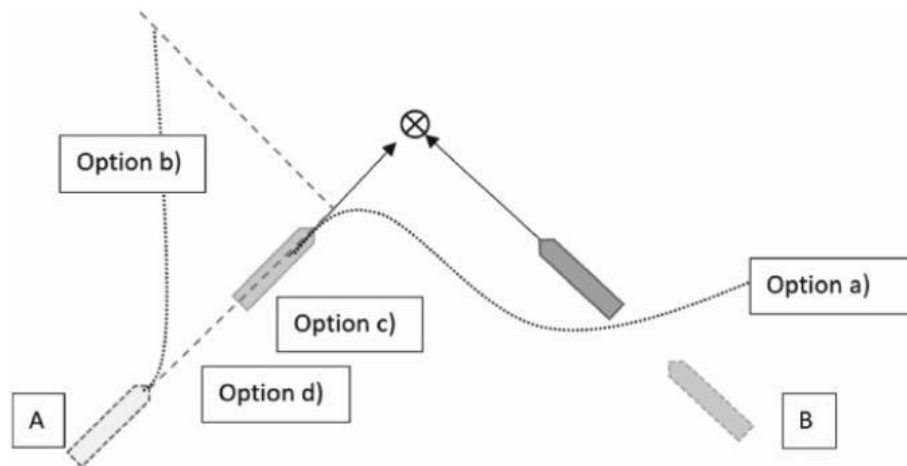


Рисунок 4. Можливі дії для судна А у разі ризику зіткнення

Це дерево рішень ґрунтується на припущенні, що судно буде зберігати свій курс і швидкість і не матиме жодної інформації про маршрут судна А. Жодна з описаних вище дій явно не суперечить ППСС і при прийнятті рішення вахтовий помічник буде розглядати (серед інших параметрів):

- I. Якщо відхилення від маршруту є безпечним через наближення будь-яких інших навігаційних небезпек;
- II. Щільність руху та можливі наслідки прийнятого рішення у майбутньому;
- III. Маневреність та швидкість власного судна;
- IV. Стан видимості;
- V. Стан вітру, моря та течії та їх вплив на судно;
- VI. Осадка по відношенню до наявної глибини;
- VII. Характеристики зустрічного судна (тип судна, швидкість, розмір тощо).

Виходячи з описаних вище ситуацій, можливі кілька навігаційних рішень у ситуації з ризиком зіткнення, отже проблема ППРС полягає в тому, що правила конвенції не залежать від конкретних дій і факторів, і тому індивідуальні інтерпретації в будь-якій ситуації залежатимуть від самої ситуації або навіть від місцевих практик, що унеможлиблює завдання алгоритму для II для вирішення подібних ситуацій при їх виникненні. Ця проблема тільки поширюватиметься в міру збільшення трафіку, погіршення погодних умов тощо. Але перспективи у повністю автоматизованих судів все ж таки є.

Існуючі системи оцінки безпеки судів, наприклад, формалізована оцінка безпеки (FSA) розглядають ризик (R) виникнення несприятливої події на морі як комбінацію ймовірності (probability – P) та наслідків (consequence – C) настання небезпечної події, тобто.

$$R=P \cdot C \quad (1)$$

Рекомендується використовувати логарифмічну шкалу і представляти вираз (1) у вигляді:

$$\text{Log}R=\text{Log}P+\text{Log}C \quad (2)$$

Отже, показник ризику (Risk Index -R) може бути отриманий додаванням показників ймовірності (частоти) та серйозності наслідків настання небезпечної події:

$$R_i=F_i+S_i, \quad (3)$$

де F_i – індекс частоти (імовірності) події;

S_i – індекс серйозності наслідків (Severity Index).

II вже не перший рік бере безпосередню участь у всіх сферах людської діяльності. Неможливо не оцінити його вплив у сфері транспортування вантажів морським транспортом. Наразі ведуться розробки, а також тестуються повністю автоматизовані та автономні судна без екіпажу.

Так, у 2018 р. компанією Rolls-Royce був представлений перший у світі безпілотний пором. Пором під назвою Falco (рисунок 5.) використовує технології Rolls-Royce Ship Intel Intelligence для автономної навігації під час свого рейсу між Парайненом та Наво. Судно

виявляло сторонні об'єкти за допомогою сенсорного сканування та П, завдяки чому запобігало зіткненням. Також судно продемонструвало успішне автоматичне причалювання, і все це було досягнуто без будь-якого людського втручання.

Ще один грандіозний проект розробляє компанія ZeTeM, його метою є створення автоматизованої системи для запобігання зіткненням між морськими суднами.

Також зараз Rolls-Royce працює над проектом Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative (AAWA). Передбачувану дату його завершення встановлено на 2030 рік.

Такі проекти доводять, що хоч і концепція повністю автономного судна нині перебуває ще у розробці через проблеми, пов'язані з нормативною базою використання даних технологій, безпекою їх експлуатації, способом навігації, а також захистом від проникнення на борт такого судна. Але все ж таки існує необхідність у створенні систем, що здійснюють планування маршрутів і маневрів на основі П.

Розвитку будь-якої нової технології супроводжують відповідні ризики. Робота над створенням та впровадженням П в наше життя тому підтвердження. Головною проблемою на даний момент є недостатнє покриття водного простору інтернет-з'єднанням. П потребує постійного пошуку свіжої інформації. Тут працює принцип: що більше, то краще. Ще однією не менш важливою проблемою є кібербезпека. Якщо фахівцям у галузі інформаційних технологій вдається обійти системи захисту державних секретних структур, то проникнути в систему судна не складе значних труднощів.



Рисунок 5. Повністю автоматизований пором Falco компанії Rolls-Royce

Висновок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Allianz Global Corporate & Specialty. Shipping safety – Human error comes in many forms. – 2020. – [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/expert-risk-articles/human-error-shipping-safety.html>.
2. Електронна статистика за 2023 год. Japan Transport Safety Board. – 2023. – [Електронний ресурс]. URL: https://www.mlit.go.jp/jtsb/statistics_mar.html.
3. Rolls-Royce and Finferries demonstrate world's first Fully Autonomous Ferry. – 2018. – [Електронний ресурс]. URL: <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2018/03-12-2018-rr-and-finferries-demonstrate-worlds-first-fully-autonomous-ferry.aspx>.
4. Christof Büskens. AG Optimierung und Optimale Steuerung. – 2018. – [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.math.uni-bremen.de/zetem/cms/detail.php?id=14383>.
5. Rolls-Royce. Autonomous ships. The next step. – 2018. – [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/%20customers/marine/ship-intel/rr-ship-intel-aawa-8pg.pdf>.

СУПУТНИКОВА СИСТЕМА IRIDIUM ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПЕРЕРОЗПОДІЛ МОРСЬКИХ РАЙОНІВ

Пашенко О.Л., старший викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Судноплавство вважається доволі стабільною та незмінною галуззю, в той час, як сфера комунікацій зазнає постійних змін. Технології та потреби користувачів не стоять на місці, відповідно виробники вдосконалюють обладнання під зазначені цілі. Вихід на ринок зв'язку нових гравців неминуче призводить до змін в загальній концепції Глобальної морської системи зв'язку у разі лиха і для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ).

У 2018 році, на 99 сесії Комітету з безпеки на морі (MSC), компанія Iridium Satellite LLC. була визнана авторизованим постачальником послуг ГМЗЛБ, що поклало край монополії Inmarsat Global Limited [1]. Цей процес зайняв більше 4 років. До цього суднові земні станції Iridium теж використовувалися на судах для комерційного зв'язку. Найбільшим попитом вони користувалися у суден, що здійснюють свої рейси частково або повністю в морському районі А4 [2].

З введенням Iridium до ГМЗЛБ, на 105й сесії MSC були схвалені зміни до розділу IV SOLAS, а саме: були переглянуті визначення морських районів. В Резолюції MSC.509(105) для цілей ГМЗЛБ були встановлені 4 морські райони, в залежності від розташування берегових станцій, та зони покриття супутникової системи Inmarsat. Визначення морських районів А1 та А2 лишилися незмінними, а трактування морського району А3 звучить дещо інакше:

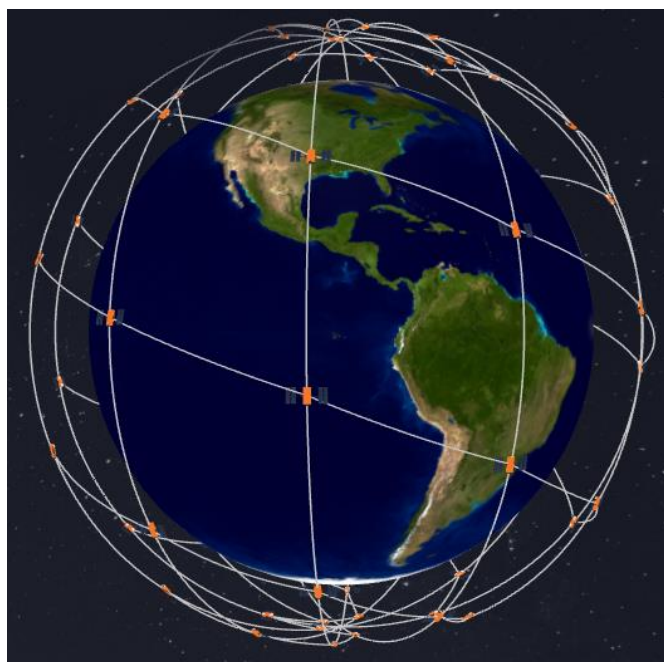
«А3 – це морський район, за виключенням А1 та А2, в межах покриття визначеної мобільної супутникової системи зв'язку, що підтримується судновою землею станцією на борту, з можливістю аварійного сповіщення» [3].

У визначенні зникло конкретне посилання на постачальника послуг супутникового зв'язку. Таким чином, зона покриття морського району А3 буде змінюватися для судна, в залежності від супутникової станції, встановленої на судні:

- якщо на судні встановлена супутникова станція Inmarsat – визначення морського району залишається незмінним;
- якщо на судні встановлено обладнання Iridium – морський район А3 буде охоплювати два райони А3 та А4.

Для суден, на борту яких встановлена суднова земна станція Inmarsat, визначення морського району А4 не міняється, для супутникових станцій Iridium таке поняття, як А4, зникає взагалі.

Вступ системи Iridium до ГМЗЛБ не був спонтанним чи випадковим. Ця система, завдяки своїм супутникам, не має обмежень щодо зони покриття. Завдяки судновим земним станціям Iridium можна безперервно знаходитися на зв'язку навіть у полярних широтах. У 2019 році компанія Iridium повністю оновила угруповання супутників (NEXT), яке складається 66 низькоорбітальних супутників, що обертаються по орбіті менше ніж за дві



години. Висота їх навколоземної орбіти 780 км. Кожен супутник перехресно пов'язаний з чотирма іншими супутниками, що гарантує захищеність мережі від впливу навколишніх умов. Супутники Iridium NEXT працюють в L-діапазоні, що робить їх не вразливими до змін погоди [4]. Такі супутники на багато дешевші за супутники конкурента (Inmarsat).

Слід зазначити, що Iridium Satellite LLC - не єдина компанія, яка забажала скласти конкуренцію Inmarsat Global Limited в морській галузі. Китайська компанія BeiDou подала заяву на включення в GMDSS. Компанія SpaceX (Starlink), хоча досі офіційно не заявила про свої наміри стати частиною ГМЗЛБ, проте має великі перспективи на подальший вступ.

Висновки

З початку існування ГМЗЛБ єдиним постачальником послуг супутникового зв'язку (телефонного, телексового та ін.) була компанія Inmarsat Global Limited. Вхід нових гравців на ринок телекомунікаційних послуг неминує призводити до того, що зазнають змін основні принципи ГМЗЛБ, на яких, власне, вона побудована.

Супутникові станції Iridium забезпечують зв'язок по всьому світу, відповідно, визначення морських районів міняються. Це стосується районів А3 та А4 - Iridium об'єднала їх в один - район А3. Це впливає як на склад обладнання ГМЗЛБ на містку, так і на самі принципи зв'язку, в залежності від позиції судна. Так, від діючого морського району залежить вибір обладнання для передачі оповіщення про лихо.

Компанія Iridium Satellite LLC не єдина, яка може скласти конкуренцію Inmarsat Global Limited. На ринок виходять такі провайдери сервісів для ГМЗЛБ, як SpaceX (Starlink) та BeiDou [5].

ЛІТЕРАТУРА

1. RESOLUTION MSC.451(99) (adopted on 24 May 2018). Statement of recognition of maritime mobile satellite services provided by IRIDIUM SATELLITE LLC. Режим доступу: [https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.451\(99\).pdf](https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.451(99).pdf)
2. Пашенко О.Л. Впровадження системи IRIDIUM в склад ГМЗЛБ. Конференція «Практичні проблеми розвитку морського радіозв'язку, радіолокації, радіонавігації, річкової інформаційної служби та кібербезпеки на морському транспорті», Одеса, 2019.
3. RESOLUTION MSC.509(105) (adopted on 28 April 2022). Provision of radio services for the Global maritime distress and safety system (GMDSS). Режим доступу: [https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.509\(105\).pdf](https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.509(105).pdf)
4. Iridium. Technology. Network. Режим доступу: <https://www.iridium.com/network/>
5. Maritime Communications - A look over the horizon. Режим доступу: <https://www.gtmaritime.com/>

УДК 629.5.017.2

ОЦІНКА ГІДРОДИНАМІЧНИХ СИЛ, ЩО ДІЮТЬ НА КАТАМАРАН ПРИ ЙОГО ХИТАВИЦІ НА РЕГУЛЯРНОМУ ХВИЛЮВАННІ, ЗА ДОПОМОГОЮ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Печенюк А.В., к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. В теперішній час розвиток спеціалізованих суден та плавучих морських споруд потребує застосування проектних методів оцінки морехідності. В розрахункових методах

можна умовно виділити етап отримання окремих гідродинамічних коефіцієнтів та етап обробки і інтерполяції результатів. Останній дозволяє представити показники хитавиці та морехідності у діапазонах експлуатаційних режимів. Традиційний шлях розрахунку хитавиці судна передбачає отримання гідродинамічних коефіцієнтів, що залежать від частоти та курсового кута, за допомогою обчислень для набору перерізів корпусу або для поверхні корпусу у тривимірній постановці на основі потенціальної теорії. Для суден нестандартної архітектури та плавучих споруд такий підхід може вимагати складних модифікацій. Зокрема, у катамаранів під час хитавиці відбувається взаємодія між корпусами, яку досить складно взяти до уваги [1], особливо з урахуванням руху судна. Застосування більш досконалих чисельних або експериментальних методів, які не мають обмежень на форму об'єкту та особливості потоку, зазвичай є доцільним тільки для дослідження хитавиці в окремих режимах. Крім складності та високої вартості, методи відповідних досліджень не передбачають отримання всіх проміжних результатів, тому не є повністю сумісними з існуючими розрахунковими методами. В даному докладі запропоновано метод чисельного моделювання для отримання гідродинамічних коефіцієнтів хитавиці, сумісних з традиційною системою обробки та інтерполяції результатів. Актуальність вирішення цієї задачі полягає в розширенні можливостей вивчення морехідності суден нестандартної архітектури та плавучих споруд.

Основний матеріал. Для розрахунку хитавиці судна на нерегулярному хвилюванні зазвичай використовуються передаточні функції хитавиці, отримані для умов регулярного хвилювання в діапазоні частот та курсових кутів. Передаточні функції представляють собою амплітуди та фази переміщень на хвилях одиничної висоти. Їх отримують в результаті рішення рівнянь хитавиці, які включають гідродинамічні коефіцієнти інерційних сил A_{ij} , демпфуючих сил B_{ij} та обурювальних сил F_i (i – індекс рівняння для даного ступеня свободи, j – індекс переміщення). Ці коефіцієнти також можуть використовуватися безпосередньо для моделювання хитавиці судна в реальному масштабі часу [2].

Для розрахунку хитавиці з шістьма ступенями свободи необхідно мати матриці коефіцієнтів A_{ij} , B_{ij} розміром 6×6 та вектор обурювальних сил F_i розміром 1×6 . Якщо об'єкт дослідження має поздовжньо-вертикальну площину симетрії (звичайні судна, катамарани), то частина коефіцієнтів A_{ij} , B_{ij} поза головною діагоналлю стають нульовими і матриці приймають наступний вигляд:

$$\begin{pmatrix} A_{11} & 0 & A_{13} & 0 & A_{15} & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 & A_{24} & 0 & A_{26} \\ A_{31} & 0 & A_{33} & 0 & A_{35} & 0 \\ 0 & A_{42} & 0 & A_{44} & 0 & A_{46} \\ A_{51} & 0 & A_{53} & 0 & A_{55} & 0 \\ 0 & A_{62} & 0 & A_{64} & 0 & A_{66} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} B_{11} & 0 & B_{13} & 0 & B_{15} & 0 \\ 0 & B_{22} & 0 & B_{24} & 0 & B_{26} \\ B_{31} & 0 & B_{33} & 0 & B_{35} & 0 \\ 0 & B_{42} & 0 & B_{44} & 0 & B_{46} \\ B_{51} & 0 & B_{53} & 0 & B_{55} & 0 \\ 0 & B_{62} & 0 & B_{64} & 0 & B_{66} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

При проведенні експериментального або чисельного моделювання вільної хитавиці моделі судна на регулярному хвилюванні отримання вказаних даних ускладнено тим, що відновлюючи сили діють тільки по трьох ступенях свободи з шості (для вертикальної, бортової та кільової хитавиці). По інших напрямках під дією хвиль буде відбуватися некомпенсований зсув моделі, що не відповідає характеру гармонічних коливань. Крім того, отримувану загальну гідродинамічну силу важко розділити на компоненти у відповідності до необхідних коефіцієнтів.

Для вирішення цієї задачі пропонується спочатку виконувати окреме чисельне модулювання руху моделі на тихій воді згідно до заданого закону для переміщень виду:

$$x = x_m \sin \omega t, \quad (2)$$

де x_m , ω – амплітуда та частота (відповідно);
 t – час.

На відміну від схожих експериментальних методів пропонується задавати одночасний рух по всіх шести ступенях свободи з однаковою частотою, але різними амплітудами. Для

отримання коефіцієнтів A_{ij} , B_{ij} , що залежать тільки від частоти (не залежать від амплітуд), чисельне моделювання виконується у нев'язкій рідині. В такому випадку рух моделі призводить лише до хвилеутворення, структура якого (рис. 1, а) слабо залежить від складності руху моделі. Це дозволяє економити обчислювальні ресурси, отримуючи коефіцієнти для всіх ступенів свободи одночасно.

Для отримання обурювальних сил F_i пропонується виконувати чисельне моделювання, в якому нерухома модель взаємодіє з регулярними хвилями, що мають задану частоту та курсовий кут (рис. 1, б). Очевидно, завдяки нульовим переміщенням гідродинамічна сила на моделі не буде містити інерційних та демпфуючих сил. Такий розподіл чисельного моделювання на дві окремі постановки досить добре відповідає припущенням лінійної теорії хитавиці судна [3].

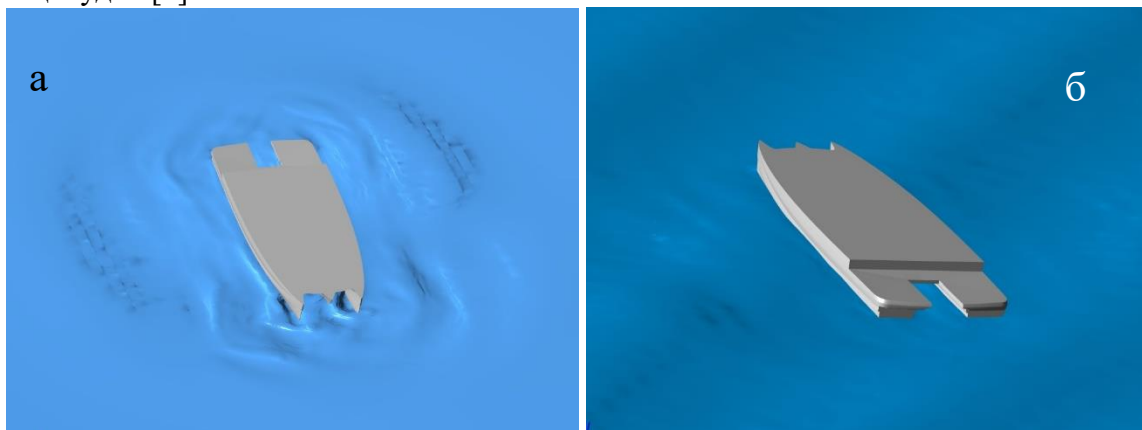


Рисунок 1. Чисельне моделювання катамарану: а – на тихій воді; б – у регулярних хвилях

Отримання коефіцієнтів A_{ij} , B_{ij} здійснюється за допомогою апроксимації залежностей відповідних гідродинамічних сил та моментів від часу формулами з теоретично-обґрунтованою структурою. Розподіл на компоненти засновується на різних величинах амплітуд для різних переміщень. Наприклад, для отримання коефіцієнтів, що відносяться до бортової хитавиці, відповідний гідродинамічний момент M_{44} було апроксимовано наступною формулою (графік функції показаний на рис. 2, а):

$$M_{44} = A_{44}\phi_m \omega^2 \sin \omega t + B_{44}\phi_m \omega \cos \omega t + C_{44}\phi_m \sin \omega t + A_{42}y_m \omega'^2 \sin \omega' t + B_{42}y_m \omega' \cos \omega' t, \quad (3)$$

де C_{44} – коефіцієнт відновлювального моменту (моменту сил остійності).

Традиційний підхід до розрахунків хитавиці судна передбачає, що у сталому режимі всі сили і моменти мають частоту переміщень ω . Але аналіз результатів для катамарану показав, що сили у горизонтальній площині (по осях x та y) мають по відношенню до переміщень подвійну частоту, так що у виразі (3) $\omega' = 2\omega$. Так само подвійну частоту мають усі компоненти інших гідродинамічних сил та моментів, що відносяться до сил у горизонтальній площині. Можна помітити, що у виразі (3) відсутні коефіцієнти A_{46} , B_{46} . Для кожного випадку виконувалася перевірка, чи покращають додаткові компоненти точність апроксимації. Якщо цього не відбувалося, то відповідні коефіцієнти вважалися нульовими. Даний підхід дозволив досить непогано апроксимувати усі гідродинамічні сили та моменти, але отримані матриці виявилися несиметричними відносно головної діагоналі ($A_{ij} \neq A_{ji}$, $B_{ij} \neq B_{ji}$), чого можна було б чекати для розглянутого випадку хитавиці без ходу. На даний момент ще неясно, чи є це властивістю об'єкту (катамаран) або запропонованого методу.

Обурювальні сили визначалися за результатами чисельного моделювання другого типу (з регулярними хвилями) за допомогою апроксимації виду (рис. 2, б):

$$F_i = h_i \cos \omega t - g_i \sin \omega t. \quad (4)$$

У результатах по обурювальних силах також виявилися деякі незвичайні особливості. Сили і момент «повздовжньої» хитавиці F_1 , F_3 та F_5 при дослідженому курсовому куті 90° мали нижчу частоту, ніж частота хвилювання. Для аналізу причин цієї ситуації необхідно дослідження більшої кількості частот хвилювання та курсових кутів.

Висновки. Запропоновано метод отримання коефіцієнтів до рівнянь хитавиці судна на регулярному хвилюванні з шістьма ступенями свободи на основі чисельного моделювання. Метод дозволяє досліджувати об'єкти довільної форми. Його застосування до катамарану показало, що деякі гідродинамічні інерційні та демпфуючі сили мають частоти, що відрізняються від частоти переміщень, в той час як деякі обурювальні сили мають частоти, що відрізняються від частоти хвилювання (є нижчими). Ці особливості потребують подальшого вивчення на основі більшої кількості чисельних розрахунків. Якщо вони об'єктивно пов'язані з геометрією дослідженого об'єкту (катамаран), це може вказувати на необхідність корегування рівнянь хитавиці таких суден.

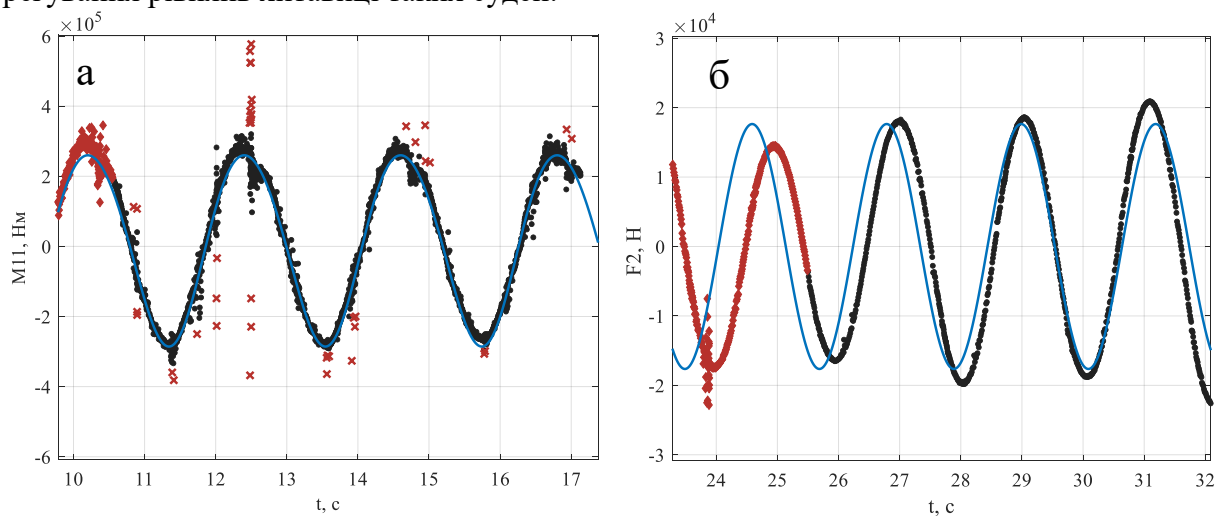


Рисунок 2. Приклади апроксимації: а – інерційні та демпфуючі сили; б – обурювальні сили

ЛІТЕРАТУРА

1. Negi A. Prediction of catamaran motion characteristics in regular waves using strip theory method / A. Negi, D. Sen, Dhavalikar S.S. // Proc. of PRADS2016. – Copenhagen, Denmark, 4–8 September 2016.
2. Fossen T.I. Handbook of marine craft hydrodynamics and motion control. Hoboken, NJ: Wiley, 2021.
3. Journée J.M.J., Massie W.W. Offshore hydromechanics. Delft: Delft University of Technology, 2001. 570 p.

УДК 629.5.051.5 (043)

АКТУАЛЬНИЙ СТАН РОЗВИТКУ АВТОНОМНИХ СУДЕН

Рябенко Д.В., аспірант, Волков О.М., к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. Автономне судноплавство залишається перспективним напрямком розвитку водного транспорту, адже має дозволити вирішити нагальні питання, з якими стикається індустрія. Серед таких питань слід виокремити: безпековий аспект (зменшення впливу людського фактору, якісне підвищення рівня навігації, забезпечення оптимальних з точки зору якості прийнятих рішень під час небезпечних ситуацій), питання ефективності (оптимізація маршрутів плавання, зменшення витрат на паливо, збільшення пропускної здатності портів) та проблему забруднення та підвищення екологічності водного транспорту (зменшення кількості викидів у атмосферу за рахунок впровадження нових типів двигунів та систем

очистки відходів та оптимізацію руху суден). Разом з цим подальший розвиток автономних суден може мати позитивний вплив на суміжні області знань, дослідники яких можуть отримати додаткові платформи, методи та інструменти для подальшого вивчення (наприклад, дослідження важкодоступних ділянок Світового океану, картографування морського дна або розробка нових видів послуг).

Актуальність теми. Справедливо зазначити, що автономні судна є абсолютно новим етапом розвитку водного транспорту. Саме тому концепція автономного судноплавства зіткнулася з великою кількістю викликів як до системи загалом. Елементи цієї системи, що наразі є об'єктом вивчення багатьох науковців та дослідників, було сформульовано та формалізовано у роботах [1, 2, 3].

Постановка задачі. Вважається за необхідне проведення аналізу сучасного стану розвитку проєктів автономних суден та їх реалізації, а також нормативно-регуляторного елементу системи цього сегменту індустрії з метою окреслення подальших напрямків досліджень концепції автономного судноплавства.

Огляд розроблених та впроваджених проєктів автономних суден був проведений у роботах [4; 5].

Автономне судно Yara Birkeland є прикладом успішної реалізації повністю електричного контейнерного судна, що забезпечують нульові рівні викидів у процесі експлуатації, що розпочалася навесні 2022 р. На сьогодні судно здійснило 175 рейсів та транспортувало 21826 контейнерів, наразі екіпаж судна складається з трьох людей, що здійснюють функції спостереження та контролю під час його переходу. Кількість членів екіпажу згодом планується зменшити до двох людей. В той же час судно не є повністю автономним з точки зору його швартування на терміналах, між якими воно наразі експлуатується: швартовні операції здійснюються вручну, хоча наразі проходить тестування роботизованих швартовних механізмів. Також незабаром планується початок тестування судового штучного інтелекту, що має забезпечити контроль над навігацією судна з урахуванням навігаційних перешкод, інших суден та погодних умов. Наразі випробування тривають, та планується, що вони будуть завершені на початку 2026 р. [6].

Уперше в світі Fjord1 AS, великий норвезький поромний оператор, уклав контракт на будівництво чотирьох автономних акумуляторних поромів типу RO-RO. Пороми, спроектовані верф'ю Tersan у Туреччині, можуть вмістити по 120 транспортних засобів і призначені для роботи на маршруті Лавік-Оппедал у Норвегії. Ця розробка не тільки просуває зусилля з декарбонізації, але й спрямована на підвищення безпеки та ефективності суден за рахунок використання автономної технології. Чотири пороми будуть оснащені програмним забезпеченням для автономної навігації, автокресингу та автостиккування, яке замінить ручні процеси та мінімізує ризик людської помилки. Крім того, вони працюватимуть виключно на електроенергії через великі акумуляторні системи, щоб зменшити викиди. Пороми планується запустити в експлуатацію у вересні 2026 р., очікується, що вони поступово перейдуть до повної автономності до 2028 р. [7].

Проект Hyundai HL-Nambu 2 – перший двопаливний балкер, здатний працювати на зрідженому природньому газі та оснащений системою автоматизації двигуна на основі штучного інтелекту. ШІ складається з HiCMB, інтегрованого рішення для моніторингу стану судна, і HiCAMS, інтегрованого рішення для контролю безпеки. Класифікаційне Товариство American Bureau of Shipping перевірило безпеку систем і згодом надало принципові схвалення для обох. HiCMB може здійснювати нагляд за основним судовим обладнанням, включаючи головні та допоміжні двигуни, компресори та насоси з неперевершеною точністю та чутливістю. З іншого боку, HiCAMS використовує штучний інтелект для виявлення та аналізу інцидентів, пов'язаних із безпекою, таких як пожежа, за допомогою бортового відеоспостереження [8]. Працюючи разом, вони дозволяють «механіку», яким в даному випадку є штучний інтелект, постійно оцінювати стан життєво важливих компонентів судна та визначати потенційні небезпеки. Це, у свою чергу, оптимізує продуктивність судна та дозволяє екіпажу вжити ранніх заходів щодо пом'якшення наслідків, забезпечуючи безпечну

експлуатацію судна. Що робить цей розвиток таким важливим, так це його адаптивність. Ці системи можна легко інтегрувати в нові, а також модернізувати на існуючих судах. Цей проєкт гарантує, що автоматизація не обмежується лише новими проєктами, але може бути інтегрована на існуючих судах, що є фінансово привабливим рішенням для судновласників.

Подальший розвиток набуває також проєкт MEGURI 2040: компанія K-Line провела успішну сценарну демонстрацію випробувань судна типу RO-RO – Hokuren Maru No.2 – на трьох маршрутах. Зокрема, було протестовано автономну навігаційну систему, що показала високий рівень точності під час випробувань сценаріїв навігації у прибережних водах та здатність до аналізу навігаційних небезпек та спроможності у прийнятті рішень щодо навігації [9].

Іншим проєктом розвитку автономних суден є ініціатива Clean Autonomous Public Transportation Network (CAPTN), кінцевою метою якої є розробка та впровадження автономних пасажирських поромів для сполучення між східним та західним берегами Кільського фіорду у Німеччині. Протягом 2023 р. команда CAPTN провела випробування MV Wavelab, 21-метрового дослідницького катамарана з дистанційним керуванням. Судно оснащено електричною силовою установкою, яка отримує енергію від акумуляторів і паливного елемента, який сумісний із зеленим воднем. Використовуючи найсучаснішу технологію 5G і високопродуктивну мережу WiFi-6, команда CAPTN успішно маневрувала Wavelab в автономному режимі в межах морської випробувальної інфраструктури в Кільському внутрішньому фіорді з берегового центру управління. Бортові дані від датчиків і систем були використані для створення цифрового двійника судна для полегшення дистанційного керування та маневрування. Протягом 2024 р. CAPTN прагне ще більше підвищити автономність Wavelab, дозволивши бортовим комп'ютерам самостійно переміщатися по Кільському фіорду. CAPTN прагне інтегрувати штучний інтелект у сценарії уникнення зіткнень, щоб відповідати правилам Міжнародної Морської Організації (ММО; IMO) [10].

Окремо слід виокремити проєкти автономної транспортної логістики, що включають в себе не тільки експлуатацію автономних суден, а й інших елементів транспортного комплексу [11]. Хоча імплементація проєктів подібних рівнів охоплення не вважається такою, що може бути впроваджена у коротко- чи середньостроковій перспективі.

Що стосується нормативно-регуляторного аспекту впровадження та діяльності автономних суден на міжнародному рівні, то наразі Міжнародна Морська Організація продовжує роботу над так званим Кодексом Морських Автономних Надводних Суден (MASS Code). Так, під час 108-ої сесії Комітету Міжнародної Морської Організації з безпеки (Maritime Safety Committee), що відбулася з 15 по 24 травня 2024 р., був проаналізований поточний стан розробки зазначеного Кодексу та оновлена «дорожня карта» подальшої роботи над ним та його імплементації (очікується, що первинна версія Кодексу буде готова у травні 2025 р., при цьому вона не буде обов'язковою до виконання та стане основою для розробки обов'язкової версії Кодексу, впровадження якої очікується у 2032 р.), а також змін до впроваджених документів (SOLAS, COLREG, STCW та інші) [12]. Слід зазначити, що терміни впровадження наведеного Кодексу постійно змінюються, що засвідчує складність та комплексність питання.

Разом з цим питання розробки регуляторної бази, що стосується подальшої діяльності автономних суден, наразі характеризується певною кластеризацією за національним принципом. Зразком такого напрямку можна вважати домовленість, що були підписана Норвегією, Великою Британією, Бельгією та Данією, яка стосується прискорення поглибленої співпраці у сфері міжнародного використання автономних суден між зазначеними країнами в контексті подальших розробок Міжнародної Морської Організації (ММО; IMO) у цьому напрямку [13].

В той же час окремі Класифікаційні Товариства також працюють над затвердженням розробок концепцій автономних суден судноплавних компаній, що розробляються останніми. Одним із таких прикладів є концепція APEX-auto, що розроблена компаніями Nippon Yusen

Kabushiki Kaisha (NYK), Monohakobi Technology Institute (MTI) та Japan Marine Science Inc (JMS) [14].

Висновки. Щодо подальшого розвитку автономного судноплавства, вбачається, що саме розробка нових концепцій та проєктів автономних суден та їх реалізація має стати пріоритетним напрямком подальшої наукової та дослідницької діяльності. Подібний підхід дозволить використовувати результати практичної діяльності, між іншим, для більш активної розробки та імплементації нормативної бази регулювання використання автономних суден. Соціальний аспект застосування автономних суден також становить не менш вагомую частину та є значним викликом для конвенціонального судноплавства, бо питання майбутнього спеціалістів, залучених до експлуатації традиційних суден, має також бути вирішене до моменту масового впровадження автономних суден. Окремо слід виділити питання захисту інформації та розробки нових комп'ютерних систем та засобів зв'язку, що являє собою основу сталого розвитку та безпечного використання автономних суден в цілому. З огляду на передбачуваний поступовий розвиток автономного судноплавства слід також приділяти окрему увагу питанню застосування автономних суден одночасно з експлуатацією суден традиційних у спільних системах функціонування – наприклад, модифікації, оптимізації існуючих та розробці нових служб руху суден.

ЛІТЕРАТУРА

1. Heffner, K., Rødseth, Ø. J. Enabling Technologies for Maritime Autonomous Surface Ships. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. – P. 1-10.
2. Pijacar, M., Bulum, B. Comparison of Problems Related to the Carriage of Goods by Sea Between Traditional and Autonomous Vessels. *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 2021. Vol. 15, No 1, DOI: 10.12716/1001.15.01.12. – P. 126-129.
3. Issa, M., Ilinca, A., Ibrahim, H., Rizk, P. Maritime Autonomous Surface Ships: Problems and Challenges Facing the Regulatory Process. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, DOI: 10.3390/su142315630. – P. 4-10.
4. Волков О.М., Петриченко О.О., Власенко Е.А. Небезпека використання автономних суден. *Судноводіння | Shipping & Navigation*. 2023. №. 34. С. 21-22.
5. Issa, M., Ilinca, A., Ibrahim, H., Rizk, P. Maritime Autonomous Surface Ships: Problems and Challenges Facing the Regulatory Process. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, DOI: 10.3390/su142315630 – P. 3-4.
6. <https://www.yara.com/knowledge-grows/yara-birkeland-two-years-on/>.
7. <https://www.offshore-energy.biz/worlds-first-fjord1-orders-battery-powered-autonomous-double-ended-ferries/>.
8. <https://splash247.com/south-korea-takes-the-next-step-forward-in-autonomous-shipping/>.
9. <https://www.offshore-energy.biz/k-line-demonstrates-autonomous-navigation-system-on-large-ro-ro-cargo/>.
10. <https://captn.sh/en/wavelab-en/>.
11. <https://aegis.autonomous-ship.org/>.
12. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-108th-session.aspx>.
13. https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/millioner-til-utvikling-av-finnsnes-havn2/id3037863/?utm_source=www.regjeringen.no&utm_medium=rss&utm_campaign=RS-S-2581966-documentTypeaktuelt/nyheter.
14. https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/millioner-til-utvikling-av-finnsnes-havn2/id3037863/?utm_source=www.regjeringen.no&utm_medium=rss&utm_campaign=RS-S-2581966-documentTypeaktuelt/nyheter.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ IRIDIUM В GMDSS

Святець Є.А., курсант гр. 1504, керівник, Козаченко Ю.М., старший викладач

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ: на даний момент роль основного постачальника послуг супутникового зв'язку в GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) займає компанія INMARSAT (the International Maritime Satellite Organization), яка була монополістом на ринку майже 2 десятиліття, але із 2018 року ситуація почала змінюватися, оскільки Комітет з безпеки на морі ММО (Міжнародної Морської Організації) визнав компанію Iridium такою, яка має право для надання супутникових послуг GMDSS. В 2019 році був анонсований перший термінал Iridium GMDSS – LT-3100S, який забезпечив комплексну систему, що відповідає вимогам SOLAS (The International Convention for the Safety of Life at Sea) щодо обладнання на борту та виконує роль основної або супутньої системи зв'язку. На відміну від конкурентної альтернативи, LT-3100S надає такі послуги: GMDSS, голосовий та текстовий зв'язок, обмін даними та інші послуги з безпеки. На початку 2020 року компанію визнали офіційно уповноваженою надавати послуги GMDSS, а в кінці того ж року сервіс, нарешті, запрацював.

Космічний сегмент: космічна складова системи налічує групу із 66 полярних орбітальних супутників на низькій навколоземній орбіті (LEOSAR - Low-Earth Orbiting Search and Rescue), що розташовані у 6 орбітальних площинах, кожна з яких містить по 11 супутників. Кожен супутник здійснює оберт навколо Землі приблизно за 100 хв на висоті 778 км. Супутники об'єднані в мережу, щоб кожен міг «спілкуватися» з супутником попереду та позаду в одній орбітальній площині. Також супутники можуть «спілкуватися» на схід і захід між сусідніми супутниками на різних орбітах. Таке перехресне зв'язування дозволяє направляти сигнали на берег, а обладнання користувача на борту судна завжди може отримати доступ до найближчого супутника, який потім встановлює зв'язок із супутниковим наземним терміналом, відомим як шлюз (gateway).

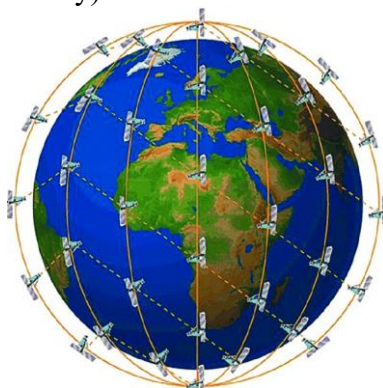


Рисунок 1. Сузір'я супутників Iridium

Покриття: завдяки такій конфігурації покриття Iridium охоплює всю земну кулю, обслуговуючи всі морські зони. Зокрема, із 1 січня 2024 року Резолюція MSC. 496 (105) вводить в дію поправки до IV статті SOLAS – Radio Communication, в яких змінюється визначення морського району A3. Морський район A3 тепер означає «район, за винятком морських районів A1 та A2 в межах покриття визнаної мобільної супутникової служби, що підтримується судновою земною станцією, яка перевозиться на борту, в якій доступне постійне оповіщення про лихо». Тобто, для суден, обладнаних супутниковими терміналами Iridium, тепер існує лише 3 морських райони, а район A4 існує для суден, які використовують Inmarsat-C.

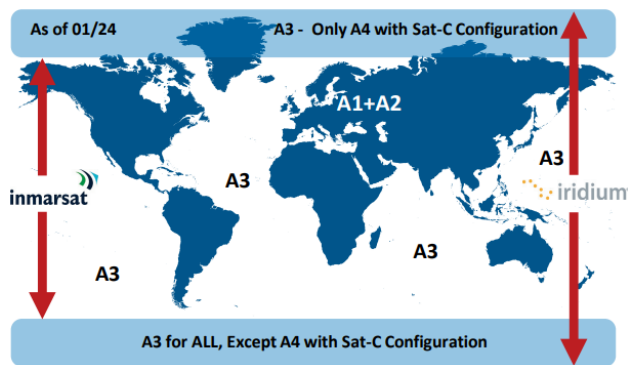


Рисунок 2. Зона покриття Iridium

Суднова земна станція (СЗС): корабельне обладнання Iridium GMDSS складається з компактного операційного блоку, який містить кнопку лиха, телефонну слухавку та екран для перегляду вхідних повідомлень, таких як MSI (Maritime Safety Information). Клавіатура дозволяє оператору редагувати сповіщення про лихо та вибирати відповідний МРКЦ (Морський рятувально-координаційний центр), за потреби. Наявні канали передачі даних для виведення MSI на інтегроване обладнання містка, включаючи ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) і радар. Існує також вхідний порт для постійного оновлення інформації про місцезнаходження судна, такої як широта/довгота, курс і швидкість, які отримуються з GNSS (Global navigation satellite system). Iridium GMDSS LT-3100S є першим пристроєм, що об'єднує всі три супутникові служби GMDSS (сповіщення про лихо, голосове повідомлення безпеки та морську інформацію з безпеки MSI).



Рисунок 3. Повна СЗС Iridium

В кожній СЗС повинна бути встановлена SIM-карта для доступу до системи Iridium GMDSS, яка містить запрограмований номер MSISDN (Mobile Station Integrated Services Digital Network), а також інформацію про назву судна, номер MMO та номер MMSI (Maritime Mobile Service Identity). Номер MSISDN використовується для того, щоб зателефонувати на СЗС. Зазвичай він подається в такому форматі: 881612345678, де 881 – код доступу до системи Iridium, 612345678 – призначений дев'ятизначний телефонний номер, що починається на цифру 6.

Комунікація при різній терміновості повідомлень: для подачі лиха затискаємо червону кнопку лиха на терміналі на 5 секунд і очікуємо прямого телефонного з'єднання судна та РКЦ (рятувально-координаційний центр), яке має підключитися протягом 30 секунд після передачі повідомлення, після чого виконуємо стандартну процедуру подачі лиха голосом. Всі повідомлення лиха автоматично передаються на шлюз в США, а звідти направляються до РКЦ, що розташований найближче до місця лиха. Проте в судових операторів є можливість обрати визначену станцію, на яку будуть надходити всі повідомлення лиха від цього судна – це зручно в тому випадку, коли екіпаж судна володіє лише однією мовою і вони можуть обрати визначену станцію в своїй рідній країні (та навіть в такому випадку USCG (United States Coast Guard) продовжує спостерігати за повідомленням лиха, щоб відреагувати, якщо визначена станція не відповідає). Також величезною перевагою Iridium є можливість скасувати лихо за допомогою відповідної кнопки на терміналі. Щодо недоліків, то наразі лише 23 РКЦ є

затвердженими для використання комунікації щодо лиха через Iridium, але в майбутньому їх буде більше.

Сповіщення про **ЛИХО** - як це працює?

У разі лиха:

- Натисніть та затримайте кнопку **ЛИХА** на 3 секунди для активації Сповіщення про **ЛИХО**
- Сповіщення про **ЛИХО** відправляється...
- Сповіщення про **ЛИХО** доставлене (вкл. позицію судна та ідентифікацію)
- Термінал автоматично встановлює голосове з'єднання з РКЦ
- Виклик **ЛИХА** встановлений між судном та РКЦ протягом 30 секунд



Рисунок 4. Процедура сповіщення про лихо за допомогою Iridium

Комунікація з безпеки та терміновості здійснюється за допомогою спеціальних кодів доступу (32# медична порада; 38# медична допомога; 39# термінова допомога; #42 терміновий навігаційний/метеорологічний звіт).

Використання факсу та послуга передачі даних можливе при приєднанні стандартного порту RS232. Передача даних доступна зі швидкістю 2,4 Кбіт/с, але її можна збільшити до 10 Кбіт/с за допомогою служби стиснення даних Iridium. Окрім базового обміну електронною поштою та доступу до Інтернету доступні також короткі SMS (Short Message Service) повідомлення для інших користувачів Iridium. А за допомогою телефонної слухавки можна здійснювати голосові дзвінки.

Додаткові послуги можуть включати:

- Ship Security Alerting System (SSAS) із віддаленою кнопкою сповіщення (за потреби).
- Long-range identification and tracking (LRIT).

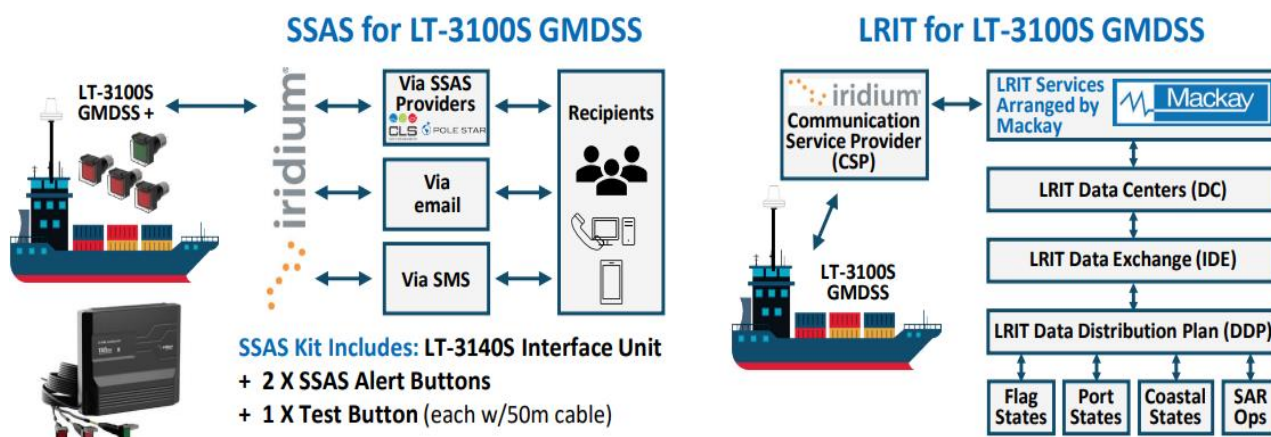


Рисунок 5. Процедури роботи систем LRIT та SSAS за допомогою Iridium

Таблиця 1. Порівняння Iridium та Inmarsat C:

Функції	Iridium GMDSS	Inmarsat C GMDSS
Супутникове покриття	Глобальне, включно з полярними регіонами	Від 72° Пн.Ш. до 72° Пд.Ш.
Кількість та тип супутників	66 + Запасні – LEO (Low Earth orbit)	4 – GEO (Geostationary Equatorial Orbit)
Голосові виклики різних терміновостей	ТАК	БЕЗ голосових можливостей
SMS та E-mail	ТАК	Лімітований/обмежений доступ
Базова ціна системи	\$6,100	\$5300 - \$9500
Річна підписка	\$250	\$780

Висновки: В 2023 році кількість користувачів Iridium сягнула 2 мільйонів, тобто за 7 років вона збільшилася вдвічі. Компанія є багатообіцяючим гравцем на ринку послуг супутникового зв'язку, адже все більше користувачів довіряють їй роль своєї основної або допоміжної супутникової системи на морських судах. Наприклад, компанія Cosco Shipping в 2024 році заявила про те, що всі її судна будуть обладнані терміналами LT-3100S. Інші судноплавні компанії також уже почали застосовувати функціонал Iridium на своїх судах, зокрема компанії MAERSK та CMA CGM. Отже, можна з впевненістю казати що в недалекому майбутньому Iridium стане рівноцінним конкурентом для Inmarsat і судновласники зможуть обирати той сервіс, який краще задовольняє їхні потреби.

ЛІТЕРАТУРА

1. G.D. Lees and W.G. Williamson (2022). Handbook for Marine Radio Communication – Informa Law from Routledge, 7th edition, p. 89 – 113.
2. Iridium GMDSS Service Updates. URL: <https://www.iridium.com/gmdss-service-updates/>
3. Lars Thrane LT-3100S Iridium GMDSS Terminal. URL: <https://shorturl.at/iBLKH>
4. Iridium GMDSS Frequently Asked Questions. URL: <https://static.mackaycomm.com/wp-content/uploads/2021/06/Iridium-GMDSS-Frequently-Asked-Questions-FAQs-9-20-6-21v04-Mackay.pdf>
5. Iridium GMDSS – Facts. URL: <https://static.mackaycomm.com/wp-content/uploads/2021/08/Iridium-GMDSS-Get-the-Facts-10-20-6-21v04-Mackay.pdf>
6. Iridium and INMARSAT C GMDSS comparison. URL: <https://static.mackaycomm.com/wp-content/uploads/2024/02/Mackay-GMDSS-Iridium-vs.-Inmarsat-Comparison-Solution-Flyer-A4-01-24-v02-HR.pdf>
7. LARS THRANE LT-3100S product sheet. URL: <https://static.mackaycomm.com/wp-content/uploads/2021/08/Lars-Thrane-LT-3100S-GMDSS-Product-Sheet-Rev.-1.01-Mackay-LR-v05.pdf>
8. LARS THRANE LT-3100S GMDSS SYSTEM TERMINAL TEST FEATURE. URL: <https://static.mackaycomm.com/wp-content/uploads/2023/07/IR-GMDSS-LT3100S-Terminal-Test-Feature-Mackay-0523-A4-v04-.pdf>
9. Cosco Shipping's campaign to equip fleet with Iridium Safety Systems. URL: <https://www.oceansciencetechnology.com/news/iridium-safety-systems-for-largest-commercial-shipping-fleet/>
10. The history of the development of IRIDIUM. URL: <https://www.iridiummuseum.com/timeline/>
11. Amendments to SOLAS Chapter IV (Radiocommunications). URL: <https://www.irclass.org/media/6873/technical-circular-no-30.pdf>

A SPECIAL CASE OF COMPASS CORRECTION DETERMINATION BEHIND
THE NORTH STAR (POLARIS)

ОКРЕМИЙ ВИПАДОК ВИЗНАЧЕННЯ ПОПРАВКИ КОМПАСА ЗА ПОЛЯРНОЮ
ЗІРКОЮ

Северін Вас. В., *ст. викладач.*

Національний університет Одеська Морська Академія, Україна

АБСТРАКТ

У представленій статті розглядається окремий випадок визначення поправки компаса за Полярною зіркою, що полегшує та економить витрати часу в умова несення вахти.

Ключові слова: поправка компаса, секстант, хронометр.

Сучасні курсопоказники – компаси, мають високу точність і надійність. Це гіроскопічні, лазерні, електронні, супутникові компаси. Вони, як будь-який технічний засіб, колись можуть вийти з ладу чи дати збій у показаннях. Немає гарантії, що таке не станеться саме сьогодні на вашій вахті. Така ситуація привела б до того, що судно може рухатись на якусь небезпеку (скеля, мілина, тощо). Тому для виключення такої ситуації керівні міжнародні і внутрішні регламентуючі документи передбачають конкретні вимоги і заходи для запобігання таких, дуже небезпечних моментів, що могло б привести до втрати судна, вантажу і навіть загибелі людей.

Сучасні судна, зазвичай, обладнані головним магнітним компасом (Mastercompass) і гірокомпасом, за показаннями якого виконується управління судном і весь процес судноводіння (навігації). Подекуди може бути ще один магнітний шляховий компас. Рекомендації штурманської служби на морських судах та вимоги керівних документів Міжнародної морської організації (ІМО), зобов'язують судноводіїв виконувати щогодинні звірення головного магнітного компаса з робочим компасом (гірокомпасом). Окрім того, такі звірення мають бути виконані на початку вахти та після повороту на інший курс. Незважаючи на звірення компасів, судноводій має визначити незалежним способом поправку компаса (ΔК) кожної вахти, тобто кожні чотири години. Такі правильні заходи справедливо сприяють запобігання небезпеки.

При плаванні поблизу берегів, ΔК можна визначити навігаційними способами, наприклад по створах орієнтирів. При віддаленні від узбережжя, в океані чи у відкритому морі – тільки за небесними світилами.

Вахтовий помічник капітана повинен виконати поправку компаса кожної ходової вахти у відкритому морі чи в океані, згідно до вимог Міжнародної морської організації. (STCW Convention, Code Section A-VIII/2, Part 4 – Watchkeeping at sea).

Зазвичай, у відкритому морі ΔК визначають відомим методом часових кутів за спостереженням зір вночі, або Сонця вдень. При плаванні в північних широтах від 5° до 30° можна скористатись дуже простим методом визначення ΔК за Полярною зіркою.

Полярна зірка перебуває на відстані менше 1° від північного полюсу Світу, і тому майже нерухома під час добового обертання зоряного неба. Вона дуже зручна для орієнтування в північній півкулі напрямком на неї практично збігається з напрямком на північ, а висота над горизонтом майже дорівнює географічній широті місця. Внаслідок прецесії земної осі розташування Північного полюсу світу поступово змінюється, найближче до нього (на відстань приблизно 30') Полярна підійде близько 2100 року. В сучасну епоху Полярна зірка є найближче до північного полюсу, але так було і буде не зажди через *прецесію* земної осі. Період коливання складає 25765 років. *Прецесія*, що викликається дією Сонця та Місяця, називається місячно-сонячною *прецесією*. Крім того, вісь обертання Землі здійснює різні дрібні коливання біля свого середнього становища, які називаються *нутацією* земної осі. Полярна є найближчою до Землі (пульсуючою змінною зорею). Полярна зірка насправді являє собою потрійну зоряну систему. У центрі системи розташований надгігант

(Полярна A), що яскравіша Сонця більш як у 2000 разів. Полярна B розташована на значному віддаленні від A .

У південній півкулі немає яскравої полярисими, найближча до південного полюса σ Октанта $\square$ дуже слабка.

Полярна зірка, це ϵ *Малої Ведмедиці*. Розташована поблизу північного полюсу Світу, тому, запеленгувавши її, ми відразу маємо з точністю до 1° поправку ΔK . Крім того, широта нашого положення у північній півкулі дорівнює висоті Полярної зірки. Полярна протягом доби описує добову паралель зі сферичним радіусом, рівним полярній відстані $\Delta \sim 1^\circ$. Азимут Полярної зірки змінюється дуже повільно. У широті $\varphi = 45^\circ N$ азимут протягом доби змінюється в границях $1,2^\circ NE - 1,2^\circ NW$. У сучасну астрономічну епоху біля 1° .

При визначенні поправки компаса за Полярною зіркою азимут розраховують за формулою (1), у якій вважають $\cos \delta = \sin \Delta$, тоді:

$$\sin A = \sin \Delta \cdot \operatorname{sech} \cdot \sin t. \quad (1)$$

Оскільки висота Полярної зірки мало відрізняється від широти, то приймають $h = \varphi$. Азимут Полярної зірки і її полярна відстань малі, тому:

$\sin A = A^\circ \cdot \operatorname{arcl}^\circ$ і $\sin \Delta = \Delta^\circ \cdot \operatorname{arcl}^\circ$. Представивши $t = S_M - \alpha$, попередню формулу можна записати так:

$$A^\circ = \Delta^\circ \cdot \sec \varphi \cdot \sin (S_M - \alpha). \quad (2)$$

За формулою (2), вважаючи що, Δ_{cp} і α_{cp} – середньорічні значення, складають на кожний рік таблиці азимутів Полярної зірки по аргументам: широті φ і місцевому зоряному часу S_M , які розміщуються в МАЕ.

Пряме сходження Полярної зірки $\alpha \sim 31^\circ$, Тому при S_M в границях від 31 до 211° , вона знаходиться у західній півсфері і має NW азимути, а в інший час доби – на сході і має NE азимути, які в таблиці наведені у напівкруговому рахунку.

Зважаючи на те, що висота Полярної $h = \square_c N$, найкраще використовувати пеленг Полярної зірки для визначення поправки компаса при плаванні в межах між паралелями від $7^\circ N$ до $27^\circ N$. Знаходячись південніше від $7^\circ N$ не завжди маємо змогу бачити зірку через рефракцію та хмарність, а при висоті h більшій як $25 - 30^\circ$ взагалі не рекомендується пеленгувати будь-які небесні світила для визначення поправки компаса, через те що виникає похибка (див. § 37 [2]).

Для визначення поправки компаса потрібно зміряти 2–3 пеленга (потім осереднити) Полярної зірки, помічають судновий час T_c з точністю до 1^{xb} і знімають з карти, або електронного засобу координати φ_c і λ_c з точністю до 1° . За судновим часом T_c розраховують гринвіцький час T_{gr} , а потім місцевий зоряний час S_M , як це показано у прикладі. За місцевим зоряним часом S_M і широтою місця φ з таблиці «Азимути Полярної зірки» (МАЕ, або NA) обирають азимут в півкруговому рахунку. Потім азимут переводять в круговий рахунок і обчислюють поправку компаса за формулою:

$$\Delta K = \Pi - K\Pi. \quad (3)$$

Приклад № 1. 24/III/2023р. $T_c = 2^h 33^m$; широта $\varphi_c = 11,6^\circ N$; довгота $\lambda_c = 54,5^\circ E$; $KK = 71^\circ$. Виміряли три пеленга Полярної зірки: $K\Pi_1 = 357^\circ, 9$; $K\Pi_2 = 357^\circ, 7$; $K\Pi_3 = 357^\circ, 8$. Визначити ΔK .
Розв'язання:

$T_{с\uparrow}$ $\pm N_{E\downarrow}^W$	02 ^h 33 ^m ...24/III/2023... $\uparrow$ -4 $\cdot E\downarrow$
$T_{гр\downarrow}$	22 ^h 33 ^m ...23/III/2023... $\downarrow$
$S_T(GHA)\cdot$ $Aries\uparrow$ $\Delta S\downarrow$	151°07,8' $\uparrow$ +8°16,4' $\downarrow$
$S_{гр}(GHA)\uparrow$ $\pm \lambda_{E\downarrow}^W$	159°24,2' $\uparrow$ 54□30,0□□ $E\downarrow$
$S_{м\uparrow}$ $S_{м\downarrow}$	-213°54,2' $\uparrow$ $\approx$ 213,9° $\downarrow$
$\square_{с\downarrow}$	11,6□ $N\downarrow$
Атабл.з.МАН $\downarrow$	0,1° $NW\downarrow$
Акр=ПП $\downarrow$	...359,9° $\downarrow$
КПср $\downarrow$	...357,8° $\downarrow$
$\Delta K\downarrow$	□□□□□□□□□,1° $\downarrow$

ЛІТЕРАТУРА

1. STCW. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for sea farers. Publised by the International Organization /4 Albert Embankment, London S1 7SR. Edition 2017, 357 pags.
2. Морехідна астрономія: навчальний посібник / Віт. Вас. Северін, Вас. Віт. Северін, Віт. Віт. Северін – Одеса: НУОМА, 2023. – 263 с.
3. Навігація і лоція: навчальний посібник /Віт.В. Северін, Вас.В. Северін — Одеса: НУ «ОМА», 2020. –162 с.
4. NP 314-23. Admiralty The Nautical Almanac for the year 2023 – UKHydrographic Office/2022 edition, 365 p.

УДК 528.28: 656.61.052 «364» (045)

THE GROWING ROLE OF ASTRONAVIGATION IN THE CONDITIONS OF MILITARY ACTIONS

АСТРОНАВІГАЦІЯ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ

Северін Віт. В., к.т.н., доцент, кдп, Северін Вас. В., магістр судноводіння,юрист,
ст. викладач.

Національний університет Одеська Морська Академія, Україна

АБСТРАКТ

У представлений статті розглядається проблема зневажання, на перший погляд, застарілих, тобто астронавігаційних методів визначення місцеположення судна при плаванні у відкритому морі, поза межами візуальної та радіолокаційної видимості орієнтирів. На жаль, може статись з воєнно-політичних причин, вимкнення, або навіть пошкодження супутникових навігаційних систем одне одного, протидіючими сторонами. Може навіть статися пошкодження супутникових антен на судні.

У таких ситуаціях дуже зростає роль принципів астронавігації для визначення місцеположення судна та поправки компаса при плаванні серед океану, або у відкритому морі.

Ключові слова: астронавігаційні методи визначення місцезнаходження судна, поправка компаса, секстант, хронометр.

У зв'язку з прогресом в області електронних технологій і технічних засобів судноводіння, останнім часом, середфахівців судноводіння можна почути скептичне ставлення до старих, добре перевірених, класичних методівсудноводіння. Особливо це

стосується Морехідної астрономії або астронавігації. Часто на суднах можна зіткнутися з таким явищем, що секстанта немає взагалі, а колись вони були індивідуальними у капітана і кожного помічника капітана. Крім того, було декілька інструментів для практикантів. Хронометра немає (а було по 2 на кожному судні). Мовляв, онде з приймача супутникової системи можна зняти відлік точного Всесвітнього часу. Більше того, з появою на суднах ECDIS—Electronic Chart Display & Information System – або Електронна Картографічна Навігаційна Інформаційна Система (ЕКНІС), на деяких судна немає навіть штурманських прокладочних інструментів. Звісно, що за таких обставин, на жаль, немає і навичок у помічників, та навіть і у капітана визначати місцеположення судна у відкритому морі астрономічними методами.

Мета завдання – розробка алгоритму дій судноводіїв по забезпеченню безпеки судноводіння, з використанням принципів і методів морехідної астрономії в сучасних умовах, за наявності комп'ютерних технологій для ведення розрахунків у разі припинення роботи сучасних навігаційних супутникових систем.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися завдання:

- забезпечення судна астронавігаційними інструментами і їх налаштування;
- організація спостережень для набуття навичок точного вимірювання висот небесних світил і інших необхідних для розрахунків параметрів;
- використання сучасних методів розрахунків, пов'язаних з визначеннями місцеположення судна і поправок курсопоказників.

Стратегія забезпечення безпеки судноводіння передбачає використання усіх наявних методів і технічних засобів для виконання таких задач. Як уже було сказано, можуть бути випадки, коли неможливо буде скористатись сучасними електронними засобами, що забезпечують безпеку мореплавства.

То що ж буде, якщо супутникові навігаційні системи не будуть працювати? А таке, на жаль, може статись з воєнно-політичних причин, або навіть при пошкодженні антен.

Сучасні судна обладнано супутниковими навігаційними системами, котрі у будь-який момент, з високою вірогідністю, видають географічні координати місцеположення судна, однак такі системи є монопольними і з воєнно-політичних причин вони можуть бути вимкнені у деяких районах і в будь-який час без попередження. Потрібно бути реалістами та дивитись правді у вічі. Може дійти до того, що протиборчі сторони можуть навіть знищувати супутники один одного.

Отже, хто з судноводіїв зневажає Морехідну астрономію, знання, навички та вміння використання астронавігаційних методів судноводіння, той може опинитися у великій халепі.

Крім того, позиція судна, що нанесена за даними GPS, по суті, це не є навігація, а нам «на віру» видають готові координати. Тому, як і того справедливо вимагає Міжнародна Морська Організація (ІМО), судноводій повинен завжди визначити місцеположення судна альтернативним способом. При плаванні в межах видимості берегів і навігаційних орієнтирів, положення яких точно нанесено на карти, місцеположення судна може бути визначено навігаційними методами, при віддалені від берега за межі візуальної видимості берегів і орієнтирів, але в межах радіолокаційної видимості – місцеположення судна визначають за допомогою радіолокаторів та інших радіонавігаційних систем. При плаванні за межами дії таких систем – місцеположення судна визначають за спостереженням небесних світил, тобто астронавігаційними методами. Крім того, за вимогами ІМО [1], кожної вахти має бути визначена ΔK поправка компаса, яку теж неможливо визначити у відкритому морі інакше, як астрономічними методами. Її можна вирахувати по низці супутникових обсервацій, але не одномоментно, як того вимагає ІМО, та не з цілковитою ймовірністю, що за поправку ми прийняли не враховану, чи не точно враховану, течію або дрейф. Звірення компасів не дає цілковитої впевненості в точності.

Отже, на курс Морехідної астрономії покладено такі задачі і вона не може бути віддана у забуття. Щоби не сталося такого, що судноводій 21 століття опинився в умовах часів Х. Колумба. Хоча уже і тоді використовували примітивні методи астрономічних визначень.

Попередниками навігаційного секстанта були: гномон, астрономічний посох, трікверт, астролябія, квадрант, універсальний квадрант, морський квадрант, подвійний квадрант і октант.

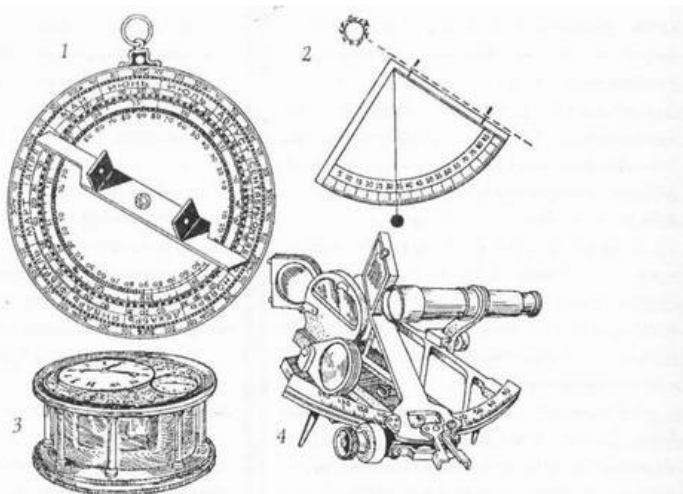


Рис. 1. Старовинні кутомірні прилади та хронометр. Сучасний секстант.
(1. Астролябія. 2. Квадрант. 3. Хронометр. 4. Секстант)

Аж до XVIII століття навігаційним інструментом для вимірювання кутів служив посох Якова, відомий також під назвами астрономічний промінь, стріла, золотий жезл, але найбільше – як градшток. Він складався із двох рейок. На довгу рейку перпендикулярно до неї булла насаджена рухлива поперечна. На довгій рейці нанесені поділки на градуси. Для вимірювання висоти зірки, спостерігач мав довгу рейку одним кінцем біля ока, а коротку пересував так, щоб вона одним своїм кінцем торкнулася зірки, а іншим – лінії горизонту. Одна й та сама коротка рейка не могла служити для вимірювання будь яких висот зірок, тому до приладу їх додавалося декілька. Незважаючи на свою недосконалість, градшток проіснував близько ста років, поки наприкінці XVII століття відомий англійський мореплавець Джон Девіс не запропонував свій квадрант. Він складався з двох секторів з дугою в 65° і 25° з двома рухомими діоптрами і одним нерухомим у загальній вершині секторів. Спостерігач, дивлячись у вузький проріз очного діоптра, проектував нитку предметного діоптра на предмет, що візується. Після цього підсумовували відлік по дугах обох секторів. Але й квадрант був далеким від досконалості. Стоячи на палубі, що розгойдується, поєднувати нитку, горизонт і сонячний зайчик було справою нелегкою. У спокійну погоду це вдавалося, але на хвилюванні висоти вимірювалися дуже грубо. Якщо Сонце світило крізь імлу, його зображення на діоптрі розпливалося, а зірки взагалі були невидимі.

Для вимірювання висот потрібен був прилад, який дозволяв би поєднати світло з лінією горизонту один раз і незалежно від руху судна і положення спостерігача. Ідея створення такого приладу належить І. Ньютону (1699), але сконструйований він був Дж. Гадлеєм в Англії і Т. Годфреєм в Америці (1730 - 1731) незалежно один від одного. Цей морський кутомірний прилад мав шкалу (лімб), яка становила одну восьму кола, і тому було названо *октант*. У 1757 році капітан Кампелл удосконалив цей навігаційний інструмент, зробивши лімб в одне шесте кола, прилад отримав назву *секстант*.

За допомогою секстанта можна вимірювати кути до 120° . Секстант, як і його попередник октант, належить до численної групи інструментів, у яких використаний принцип подвійного відображення. Повертаючи велике дзеркало приладу, можна послати відображення світила на мале дзеркало, поєднати край відбитого світила, наприклад Сонця, з

лінією горизонту і в цей момент взяти відлік. З часом секстант удосконалювався – була поставлена оптична трубка, ввели ряд кольорових фільтрів для захисту ока від яскравого Сонця під час спостережень. Але, незважаючи на появу цього досконалого кутомірного приладу і на те, що до середини XIX століття Морехідна астрономія стала вже самостійною наукою, методи визначення координат були обмежені та незручні. Визначати широту і довготу в будь-який час доби моряки не вміли, хоча вчені запропонували низку громіздких і важких математичних формул. Ці формули практичного поширення не отримали. Широту зазвичай визначали тільки раз на добу – в істинний полудень, коли на разі формули спрощувалися, а самі розрахунки зводилися до мінімуму. Хронометр дозволяв визначити довготу в будь-який час доби, але при цьому треба було знати широту свого місця та висоту Сонця. Лише в 1837 році англійський капітан Томас Сомнер завдяки щасливій випадковості зробив відкриття, що мало значний вплив на розвиток практичної астрономії, він розробив правила отримання лінії рівних висот, прокладання яких на карті меркаторської проекції давало можливість отримати обсервоване місце. Ці лінії були названі сомнеровими на честь капітана, що їх відкрив.

Маючи секстант, хронометр і компас, судноводій може вести будь-яке судно, незалежно від того, є на ньому інші, навіть найсучасніші навігаційні електронні комплекси судноводіння. З цими випробовуваними часом приладами моряк вільний і незалежний від будь-яких мінливостей у відкритому морі. Судноводій, щозневажливо ставиться до секстанту і Морехідної астрономії взагалі, ризикує опинитися у важкому становищі. Стосовно визначення поправки компаса. Поправка компаса ΔK це є кут між північними напрямками істинного і компасного меридіанів. Тому, як виходить з рисунка, щоб визначити поправку компаса, необхідно порівняти істинний пеленг будь-якого орієнтира з його компасним пеленгом в один і той же момент, тобто: $\Delta K = \Pi - КП$,

де Π – істинний пеленг орієнтира;

$КП$ – компасний пеленг цього ж орієнтира.

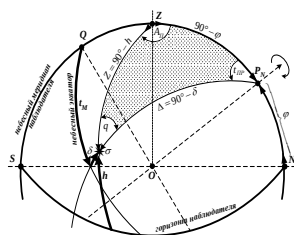


Рис.2. Паралактичний трикутник

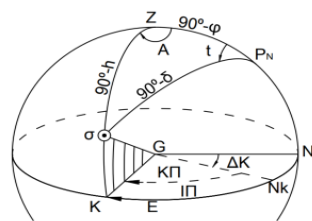


Рис.3. Кут поправки компаса

Для визначення поправки компаса за небесними світилами необхідно знати на один і той же момент істинний пеленг (азимут в круговому рахунку) і його компасний пеленг. Виражаючи азимут A в круговому рахунку, отримаємо величину і знак поправки компаса за формулою:

$$\Delta K = A - КП. \quad (1)$$

Азимут світила може бути обчислений за однією з формул сферичної тригонометрії. Найкраще використовувати формулу котангенсів, або чотирьох підряд елементів:

В сферичному трикутнику для чотирьох підряд елементів котангенс крайнього кута, помножений на синус середнього кута, дорівнює добутку котангенса крайньої сторони, помноженому на синус середньої сторони, мінус добуток косинусів середніх елементів.

Отже, щоб не вимірювати секстантом висоту світила, яка є у інших формулах, для обчислення азимута світила цим методом, зазвичай, застосовують формулу $\text{ctg } A$, яка перетворена як:

$$\text{tg } A = \sin t / (\cos \varphi \cdot \text{tg } \delta - \sin \varphi \cdot \cos t), \quad (2)$$

де φ – зчислена широта (знімається з карти);

δ – схилення світила (Dec), (вибираємо зі щорічника МАЕ або NA);

t – місцевий часовий кут світила (LHA), що розраховується за гринвіцьким часом.

Визначення поправок компаса вахтовий помічник капітана повинен виконати кожної ходової вахти у відкритому морі чи в океані, згідно до вимог Міжнародної морської організації (ІМО). (STCW Convention, Code Section A-VIII/2, Part 4 – Watchkeeping at sea).

Маючи на судні достатнє забезпечення електронною обчислювальною технікою, для економії часу, та щоби не відволікатись від несення вахти, особливо від візуального і радіолокаційного спостереження при самостійному несенні вахти в океані судноводій може заздалегідь створити нескладну програму для швидкого розрахунку. Можна скористатись вже існуючими програмами для швидких розрахунків. Проте, навіть за відсутності обчислювальної техніки, у судноводія є завжди можливість використати спеціальні таблиці для розрахунків.

Висновки. Алгоритм, що пропонується у статті разом з низкою організаційних заходів, на які мають звернути увагу керівники судноплавних організацій, освітніх закладів, інспекцій з підготовки, атестації, дипломування, тощо, на думку авторів приведуть до покращення ситуації у справі вивчення, набуття знань, вмінь та навичок з забезпечення безпечного плавання в умовах відсутності можливостей скористатися сучасними електронними системами судноводіння.

До таких заходів поетапного втілення пропонуються наступні:

- Збільшення академічних годин вдвічі для практичного вирішення задач астрономічних спостережень та обробки результатів з оцінкою точності спостережень.
- Забезпечення лабораторій сучасними астронавігаційними приладами – секстантами, хронометрами, секундомірами. Астрономічними Альманахами та таблицями.
- Судноплавні організації і капітани суден мають подбати про повне забезпечення усіх капітанів і кожного помічника капітана індивідуальним секстантом. Це також має розповсюджуватись на практикантів – судноводіїв, особливо тих, що вже дипломовані і проходять стажування. Це є мізерні економічні витрати в порівнянні з безпекою мореплавства.
- У випадку відсутності або пошкодження супутникових навігаційних систем, чи навіть антен – взагалі виникає небезпечна ситуація через неможливість визначення місцеположення судна у океані у віддалені від берегів на відстань, що недосяжна для приладів.
- Приділяти більше уваги та вимог до практики курсантів з боку керівників практики і капітанів суден. Кожен практикант має завести зошит астрономічних спостережень і виконувати такі. Після практики має пройти захист з питань астронавігації на кафедрі судноводіння (секція Морехідної Астрономії) та показати вміння і навички з вимірювання висот секстантом і подальших розрахунків. Саме таким чином маємо змінити на краще ставлення до цього архіважного питання, що стане запорукою безпеки плавання.

ЛІТЕРАТУРА

1. STCW. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for seafarers. Published by the International Organization /4 Albert Embankment, London S1 7SR. Edition 2017, 357 pags.
2. Морехідна астрономія: навчальний посібник / Віт. Вас. Северін, Вас. Віт. Северін, Віт. Віт. Северін – Одеса: НУОМА, 2023. – 263 с.
3. Навігація і лоція: навчальний посібник /Віт.В. Северін, Вас.В. Северін — Одеса: НУ «ОМА», 2020. –162 с.
4. NP 314-23. Admiralty The Nautical Almanac for the year 2023 – UKHydrographic Office/2022 edition, 365 p.

РОЛЬ НАВІГАЦІЇ В 21 СТОРІЧЧІ

Сидоровський О.В., курсант гр.1301, керівники **Васильєв Д.В.**, ст. викладач,
Очеретний Р.М., ас. викладача.

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Навігація є процес визначення місцезнаходження та планування маршруту для досягнення кінцевої мети. Цей процес може здійснюватися різними способами, включаючи використання карт, компасів, астрономічних спостережень та сучасних навігаційних технологій.

Ці етапи включають винахід компаса, відкриття нових морських шляхів за часів Великих географічних відкриттів, а також розвиток сучасних супутникових систем. Глобальні супутникові системи (GPS, ГЛОНАСС тощо)

Системи GPS та ГЛОНАСС надають користувачам точну інформацію про їх місцезнаходження в реальному часі, що зробило їх незамінними у різних сферах, включаючи транспорт, геодезію та авіацію.

З розвитком технологій збору даних та обробки інформації картографічні програми стають все більш точними та інтерактивними, що забезпечує користувачам більш ефективні інструменти навігації.

Мобільні програми та пристрої, оснащені GPS, стають невід'ємною частиною повсякденного життя, надаючи користувачам інформацію про місцезнаходження, маршрути та умови руху. Ще одним важливим елементом є автоматизовані системи ідентифікації суден (AIS — Automatic Identification System), які забезпечують відстеження руху суден у реальному часі. AIS дозволяє уникати зіткнень, координувати судноплавство в портах, а також оперативно отримувати інформацію про навколишні судна. AIS є обов'язковим на великих судах і надає інформацію про тип судна, його розташування, швидкість, курс та інші параметри, що сприяє безпечному проходженню навіть у завантажених акваторіях. Сучасні судна оснащені також електронними картографічними системами та навігаційними індикаторами (ECDIS — Electronic Chart Display and Information System), які інтегрують навігаційні дані з різних джерел (включаючи GPS, радіолокаційні системи, гідролокацію). Це дозволяє морякам отримувати повний огляд навколишньої обстановки на інтерактивній електронній карті, що полегшує навігацію і прийняття рішень.

Навігаційні технології відіграють ключову роль в оптимізації маршрутів, управлінні транспортними потоками та зниженні тимчасових та економічних витрат у логістичних ланцюжках. Ще одним важливим аспектом навігації в сучасному світі є зменшення витрат на паливо і забезпечення екологічної відповідальності. Завдяки інтегрованим навігаційним системам капітани можуть оптимізувати маршрути, враховуючи погодні умови, напрям і силу течій, що дозволяє знизити споживання палива. Це важливо як для зниження витрат, так і для зменшення викидів парникових газів, оскільки судноплавство є одним із великих джерел викидів CO₂ в атмосферу. Такі системи часто мають функції моніторингу витрат палива в реальному часі, що допомагає екіпажу приймати більш обґрунтовані рішення щодо курсу. Важливу роль у навігації суден починає відігравати прогностична аналітика, що дозволяє передбачати можливі труднощі на маршруті.

Супутникові системи та радіонавігаційне обладнання забезпечують надійне визначення місця розташування суден та повітряних суден, що сприяє запобіганню аварій та покращенню навігаційної точності.

Також сучасна навігація потребує тісної координації між суднами, портами та іншими учасниками логістичної мережі. Завдяки постійному обміну інформацією про місце розташування суден, їх швидкість і плановий час прибуття, оператори портів можуть підготуватися до прийому суден заздалегідь. Це знижує навантаження на порти та пришвидшує обробку вантажів, підвищуючи ефективність логістичних ланцюжків у

глобальному масштабі. Зі зростанням кількості даних, що збираються навігаційними системами, виникають питання про захист особистої інформації та запобігання небажаному доступу до неї.

Швидкий розвиток технологій потребує постійного оновлення та покращення навігаційних систем для забезпечення точності, надійності та зручності використання. Вплив на навколишнє середовище та сталий розвиток:

Використання супутникових систем та інших навігаційних технологій може впливати на екологію та ресурсне використання, тому важливо враховувати екологічні аспекти розробки та використання цих систем.

У 2015 році уряди Франції та Норвегії вирішили припинити передачу сигналів за системою eLoran. Це означає, що орієнтуватися лише за допомогою радіосигналів у Північній Європі тепер неможливо. Радіонавігаційна система наземного базування LORAN широко використовувалася кораблями ВМС США та Великобританії в роки Другої світової війни. Вона давала можливість визначати своє місце розташування шляхом пеленгації низькочастотних радіосигналів, що передаються стаціонарними наземними радіомаяками.

Навігація продовжує відігравати важливу роль у різних сферах діяльності, і її значення лише зростатиме в майбутньому. Необхідно продовжувати інвестувати у дослідження та розробки з метою покращення навігаційних систем та розширення їх функціональності. Завершальні зауваження про значущість навігації та її майбутнє у контексті сучасного світу. Навігація є ключовим елементом сучасної цифрової інфраструктури та відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності та безпеки різних аспектів людської діяльності. У сучасному світі навігація є не просто процесом визначення місця розташування чи прокладання маршруту, а ключовою складовою численних сфер людської діяльності. Завдяки інноваційним технологіям, включно з автоматизованими системами ідентифікації суден, електронними картографічними системами, навігація забезпечує безпеку, екологічну відповідальність та економічну ефективність. Однак швидкий розвиток технологій вимагає постійного вдосконалення систем, захисту персональних даних та забезпечення сталого розвитку. Отже, значення навігації буде лише зростати, і її подальший розвиток є критично важливим для успішного функціонування сучасної цифрової інфраструктури та безпечного використання глобальних транспортних мереж.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://ivms.mil.gov.ua/wp-content/uploads/2020/08/navigacziya.pdf>
2. <https://ivms.mil.gov.ua/wp-content/uploads/2020/08/navigacziya-i-locziya.pdf>
3. <https://www.bbc.com/russian/features-57986728> (дата звернення: 12.11.2024).
4. <https://markogroup.com/ru/info/articles/navigation-and-communication-equipment-types-and-applications-in-modern-shipping/> (дата звернення: 12.11.2024).

UDC 004.358:[378:656.61

VIRTUAL REALITY (VR) IN MARITIME TRAINING AND SAFETY

V. Synhaivskyi, student on group 1503, Y. Kozachenko, Senior lecturer

National University "Odessa Maritime Academy", Ukraine

ABSTRACT

The maritime industry is essential to global trade, transporting approximately 90% of world goods, but it operates in high-risk environments where incidents such as fires, explosions, and human error remain constant threats. Fires alone are a leading cause of loss in marine operations, and human error is estimated to contribute to 75-95% of all maritime incidents. Traditional maritime training often relies on simulations and controlled experiments, yet these methods face limitations in terms of cost, spatial requirements, and realistic immersion. VR technology offers a transformative alternative,

enabling fully immersive simulations that allow trainees to experience and prepare for real-world maritime challenges in a controlled, safe environment. VR has the potential to revolutionize how the industry handles risk assessment, crew preparedness, and technical training.

VR is a computer-generated environment that lets users interact with and modify their perceptions by delivering 3D sensory information to the brain via isolated screens or wearable displays, like a Head-Mounted Display (HMD). VR can be categorized into three types: non-immersive, semi-immersive, and immersive. Non-immersive VR uses a regular computer screen, where users can interact indirectly with the digital 3D environment using a mouse, keyboard, or controller. Semi-immersive VR combines curved monitors or wall projectors around the user to display virtual information, as seen in flight or maritime simulators. Immersive VR tracks a user's movements and adapts VR visuals based on their position through an HMD. The key advantage of immersive VR is its ability to transport users into specific virtual environments with high psychological realism, providing an interactive, experiential training that facilitates effective knowledge transfer anytime, anywhere.

As the adoption of VR across sectors increases, its application in maritime training is also expanding. VR offers a unique advantage for high-stakes training by simulating realistic situations. Difficult to recreate due to logistical or safety constraints in traditional training: from fire response to mooring operations, VR gives maritime professionals hands-on experience with complex equipment and emergency situations. This capacity to immerse trainees in high-risk scenarios, otherwise challenging to replicate safely or affordably, has made VR an attractive and practical solution for improving safety and technical skills in the maritime sector.

Key Applications of VR in Maritime Safety Training

1. Firefighting and Evacuation Training

Fires and explosions on ships are among the most dangerous events in sea. This poses a serious danger to ships, cargo, crew and passengers. Historically, firefighting training has used simulated and controlled burns to familiarize crews with fire dynamics and evacuation strategies. Unable to fully capture nature, VR complements this training by placing trainees in a virtual environment that truly simulates fire behavior. These include smoke density, heat and visibility challenges. These realistic firefighting situations help trainees develop a more in-depth understanding of emergency response procedures, empower people to respond more effectively in high-stakes situations.

VR also offers the opportunity to integrate evacuation training into these fire simulations. This is a feature that was originally limited by physical security limitations. By experiencing these two aspects in one realistic scenario the team will learn how the fire spreads, how to find and use fire extinguishing equipment and how to better understand how to safely evacuate passengers and yourself from a compromised area.

Although VR is widely used in building security and urban evacuation training, it remains a valuable tool in maritime training as well. Research points to VR's potential to fill training gaps by presenting integrated firefighting situations. It helps maritime personnel deal with real-world emergencies more effectively. [5]

Fires on board ships are a serious threat to crew, passengers, cargo and the ship. The economic losses can be enormous. According to a marine industry market analysis of nearly one in four insurance claims between 2017 and 2021, the main causes of loss are fires and explosions. with a share of 18 percent as shown in Figure 1. An analysis of injuries occurring on ships by accident type in Europe found that during the same period Fires and explosions were the fourth most common cause of death, with 59 deaths. [2]

2. Engine Room and Technical Training

Real systems on ships offer authentic training experiences but come with high operational costs, spatial and time constraints, and inherent safety risks. In Maritime Education and Training (MET) have been used for almost three decades to train marine engineers. Today, METs are widely implemented in maritime universities and seafarer training institutions worldwide. Additionally, the International Convention on Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers

(STCW 78/95) mandates the use of METs in marine seafarers training, highlighting their critical role in preparing officers. [4]

VR's ability to create interactive and realistic environments makes it a powerful tool for technical training in maritime safety. By replicating onboard systems and components in a 3D setting, VR offers trainees a detailed understanding of equipment maintenance, troubleshooting, and repairs without the constraints of physical training space or equipment availability. Technical VR modules allow users to practice procedures like valve adjustments, electrical repairs, and safety checks repeatedly until mastered. This approach ensures a high level of technical proficiency, reducing the likelihood of operational errors and enhancing overall safety standards on board.

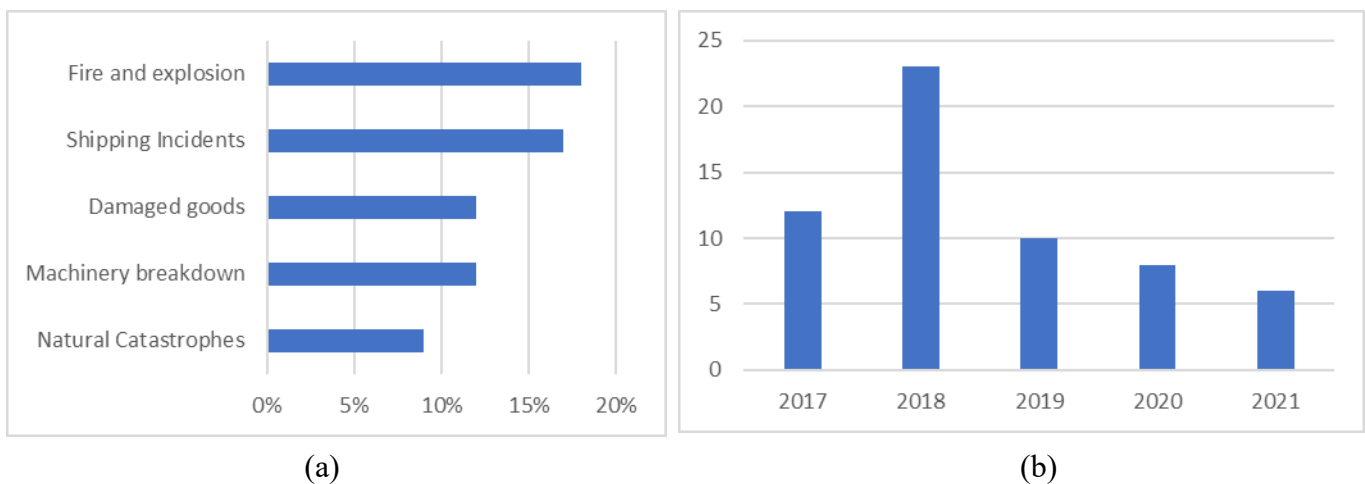


Figure 1.(a) Top causes of loss by value claims in marine industry, based on data from the Allianz Global Corporate and Specialty Safety and Shipping Review 2023. (b) Evolution of injuries in occurrences with ships, based on data from the European Maritime Safety Agency Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2022.

Through immersive simulations, VR enables trainees to practice critical engine room procedures, such as machinery operation, system diagnostics, and emergency response, in a risk-free environment. This realistic, hands-on experience helps trainees familiarize themselves with engine room layouts, controls, and equipment, allowing them to build confidence and proficiency in a safe setting. By simulating complex scenarios like fire suppression or mechanical failures, VR provides invaluable practice in handling high-stress situations, ultimately improving response times and decision-making during real-life incidents. [6]

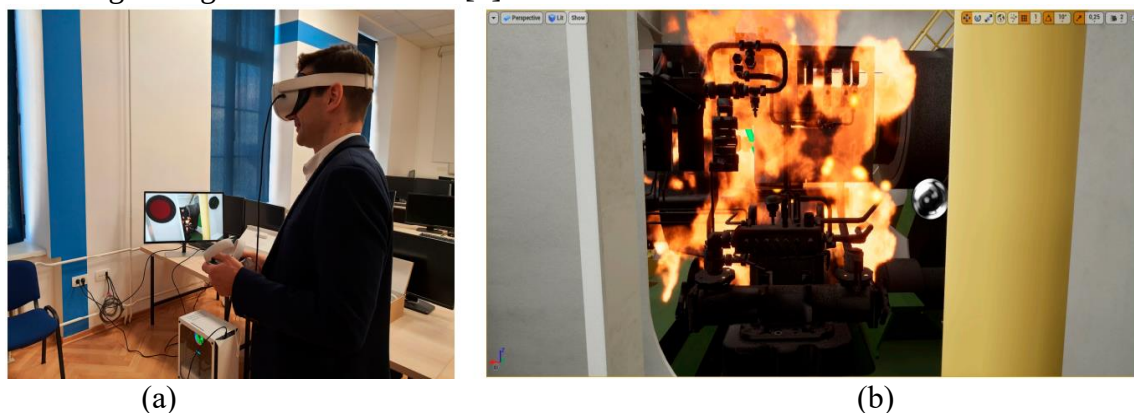


Figure 2.(a) User with a VR headset and a VR ship engine room displayed simultaneously on a monitor. (b) Image of an engine fire inside the VR environment.

3. General Safety and Cultural Adaptability

Maritime operations involve a diverse, often cross-cultural workforce, and ensuring standardized, effective safety training across this global workforce is challenging. VR addresses this by providing high psychological fidelity - a sense of “being there” within the virtual environment which enhances learning outcomes and makes training more impactful across different cultural contexts.[3][1]

A study on VR-based safety training among non-Western seafarers from the Kiribati Islands demonstrated that VR increased intrinsic motivation, enjoyment, and behavioral adaptation compared to standard methods. The study found that VR allowed trainees to experience immediate relevance to the training material, contributing to better learning transfer. This makes VR particularly valuable for "just-in-time" training, offering adaptable, standardized training for seafarers worldwide. Furthermore, VR eliminates the need for trainees to travel, reducing both economic and environmental costs.[7]

By immersing trainees in virtual scenarios that simulate diverse cultural contexts and safety procedures, VR allows them to practice communication, teamwork, and situational awareness in a controlled environment. This approach helps seafarers develop the soft skills necessary to navigate multicultural crews and varying safety protocols effectively. VR-based scenarios can recreate emergency situations where clear communication and cultural sensitivity are critical, thus enhancing cohesion among crew members from diverse backgrounds and promoting a safer, more adaptable work environment on board.

Benefits and Challenges of VR in Maritime Training

Benefits

1. Increased engagement and realism - VR will immerse users in realistic simulations. Promote a high level of engagement which is critical to learning complex tasks such as firefighting, engine diagnostics, and risk assessment

2. VR provides immediate feedback knowledge transfer. It helps trainees learn and adapt quickly without risking their safety. This is essential for emergency training. This is where real-time decision making is important.

3. VR enables standardized, high-quality training for employees around the world. This is critical to maintaining international safety standards.

4. Cost efficiency and scalability: requires an initial investment, But it reduces costs associated with physical equipment and travel. Making it accessible to global organizations of all sizes

Challenges

1. Setup costs can be substantial, especially for small organizations. A reliable and easy-to-use interface is also important to success.

2. User comfort and interface design - studies show that VR interfaces need to be user-friendly and intuitive. To increase comfort and reduce perceived stress

3. The application of VR in maritime security is still emerging. Continuous study is required to validate specific training situations such as search and rescue.

Conclusion

The results indicate that segmentation based on perceived ease of use may constitute a reliable and stable approach to exploring differences in the usefulness of VR simulators in marine student teaching. Future behavioral intentions and overall experience Research highlights the importance of user integration Recommendations to ensure optimum performance and usability of innovative VR technology.

VR has the potential to standardize maritime training across the world. It promotes consistency, safety, and technical expertise. Continued advancements in VR technology are expected to increase its applicability in various training situations. It helps maritime professionals build the robust, adaptable, and high-quality skill sets required to perform in the real world.

REFERENCES

1. Ahmad, A., Zhou, S., & Ayers, T. (2020). The future of learning: Teaching industrial and organizational psychology in all modalities. *Industrial and Organizational Psychology*

2. European Maritime Safety Agency. Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2022; European Maritime Safety Agency: Lisbon, Portugal, 2022.
3. Grassini, S., & Laumann, K. (2020). Evaluating the use of virtual reality in work safety: A literature review. In Proceedings of the 30th European Safety and Reliability Conference and the 15th Probabilistic Safety Assessment and Management Conference
4. Markopoulos, E.; Lauronen, J.; Luimula, M.; Lehto, P.; Laukkanen, S. "Maritime safety education with VR technology (MarSEVR)", Maritime safety education with VR technology (MarSEVR). In Proceedings of the 2019 10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), Naples, Italy, 23–25 October 2019;
5. Vukelic, G.; Ogrizovic, D.; Bernecic, D.; Glujic, D.; Vizentin, G. Application of VR Technology for Maritime Firefighting and Evacuation Training—A Review. J. Mar. Sci. Eng. 2023
6. Ogrizovic, D. Computer simulation of a marine engine room using fully immersive and interactive virtual reality. In Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence, Computer, Data Sciences, and Applications, ACDSA 2024, Victoria, Seychelles, 1–2 February 2024;
7. Bower, M., & Jong, M. S. Y. (2020). Immersive virtual reality in education. British Journal of Educational Technology

УДК 621.396(072)

ВИБІР ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ДЛЯ ОПИСУ ПОХИБОК НАВІГАЦІЙНИХ ВИМІРІВ

Володимир Сікірін, зав. кафедри судноводіння., к.т.н., доцент, **Микита Ворохобін**, курсант

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

В даній роботі приведені результати аналізу вибору закону розподілу випадкових величин для застосування його при описі похибок навігаційних вимірів.

Аналіз здійснено на основі відомості з нормального закон, двох типів змішаних законів та узагальненого закону Пуассона.

Нормальний закон розподілу є стійким, і застосовується для опису, як незалежних, так і залежних випадкових похибок, проте йому не властиві «обтяжені хвости», які характерні для реальних гістограм похибок навігаційних вимірювань. Змішані закони розподілу позбавлені цього недоліку, - їх відрізняють позитивний ексцес, що свідчить про «тяжкі хвости». Змішані закони не можуть використовуватися, якщо похибки вимірювань є залежними, так як вони не володіють властивістю стійкості або безмежної подільності.

Зазначених двох недоліків позбавлений узагальнений закон Пуассона, модель формування якого базується на припущенні про те, що на точність вимірювання навігаційного параметра впливає нескінченне число факторів, кожен з яких зумовлює появу елементарної похибки ζ_i , причому всі похибки ζ_i є однаково розподіленими незалежними випадковими величинами з щільністю $g(\zeta)$. Однак кількість факторів, одночасно діючих на точність вимірювань, є випадковою величиною, тому що ймовірність наявності кожного з факторів у комплексі умов вимірювання параметра відрізняється від 1. Очевидно, в такому випадку похибка навігаційних вимірювань ξ дорівнює випадковій сумі елементарних похибок ζ_i ,

тобто $\xi = \sum_{i=1}^N \zeta_i$, де N - випадкова дискретна величина. Причому щільність розподілу буде

N - кратною згортою щільності $g(\zeta)$, таку згортку позначають $g^{N*}(\zeta)$.

В цьому разі щільність $f(\xi)$ визначається узагальненим законом Пуассона:

$$f(\xi) = \exp(-c) \sum_{k=0}^{\infty} \frac{c^k}{k!} g^{k*}(\xi), \quad (1)$$

де $c > 0$ - суттєвий параметр розподілу.

Основною і дуже важливою перевагою узагальнених розподілів Пуассона є їх безмежна подільність. Наявність «важкого хвоста» щільності $f(\xi)$ виражається через характеристичну функцію $\varphi(t)$ щільності $g(\xi)$ наступною умовою:

$$\frac{\frac{\partial^4}{\partial t^4} \varphi(t=0)}{3c[\frac{\partial^2}{\partial t^2} \varphi(t=0)]^2} > 0 \quad (2)$$

Очевидно, за будь-якою симетричною $g(\xi)$ щільність $f(\xi)$ узагальненого закону Пуассона матиме «обтяжений хвіст».

Попередній аналіз показує, що k - кратна згортка щільності сама з собою існує в явному вигляді для розподілів Гауса, Коші та сімейства щільності Лапласа. Однак узагальнений закон Пуассона, породжений щільністю Коші, не має моментів, тому не може бути використаний в якості розподілу похибок навігаційних вимірювань. Узагальнений закон Пуассона, сформований щільністю Лапласа, не має безперервну першу похідну. Виявляється, що тільки узагальнений закон Пуассона з базовим розподілом Гауса може бути використаний для опису похибок навігаційних вимірювань.

Вирази для щільності нормального закону розподілу і її k - кратна згортка сама з собою мають відповідно такий вигляд:

$$g(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp(-\frac{\xi^2}{2\sigma^2}), \quad (3)$$

$$g^{k*}(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi k}\sigma} \exp(-\frac{\xi^2}{2k\sigma^2}). \quad (4)$$

Отже, щільність $f_{\Gamma}(\xi)$ узагальненого закону Пуассона з базовим розподілом Гауса виражатися наступним чином:

$$f_{\Gamma}(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp(-c) \sum_{k=0}^{\infty} \frac{c^k}{k!} k^{-\frac{1}{2}} \exp(-\frac{\xi^2}{2k\sigma^2}). \quad (5)$$

Характеристична функція, відповідна щільності $f_{\Gamma}(\xi)$, має вигляд:

$$\psi(t) = \exp\{-c[1 - e^{-\frac{t^2}{2}\sigma^2}]\}. \quad (6)$$

Ступінь «важкості хвостів» узагальненого закону Пуассона:

$$\gamma = 1 + c^{-1}. \quad (7)$$

При цьому вирази для другого і четвертого моментів:

$$\mu_2 = D = c\sigma^2, \quad (8)$$

$$\mu_4 = 3c\sigma^4(c+1). \quad (9)$$

При надлишкових вимірах навігаційних параметрів для визначення місця судна з мінімальною коваріаційною матрицею необхідно, щоб похибки вимірювань були незалежними. Якщо ж похибки вимірювань залежні, то для стійких і безмежно-подільних розподілів, до яких належить узагальнений закон розподілу Пуассона, систему залежних

випадкових величин $\xi=(\xi_1,\dots,\xi_i,\dots,\xi_n)$ можна замінити системою незалежних випадкових величин $\eta=(\eta_1,\dots,\eta_i,\dots,\eta_n)$, що мають таку ж спільну щільність розподілу. При цьому всі випадкові величини ξ_i повинні мати однаковий закон розподілу і системи лінійних випадкових величин $\xi=(\xi_1,\dots,\xi_i,\dots,\xi_n)$ та $\eta=(\eta_1,\dots,\eta_i,\dots,\eta_n)$ повинні бути пов'язані лінійним ортогональним перетворенням:

$$\eta = A\xi, \text{ тобто } \eta_j = \sum_{k=1}^n A_{jk} \xi_k \quad (j = 1, \dots, n),$$

де A – квадратна матриця з елементами A_{jk} .

Матриця других моментів M введеної випадкової величини η , пов'язана з матрицею A випадкової величини ξ співвідношенням:

$$M = A \Lambda A^T, \quad (10)$$

де A^T - транспонована матриця A . Будемо розглядати центровані випадкові величини ξ_i та η_j математичне сподівання яких дорівнює нулю, а їх другі моменти позначимо відповідно через λ_{ik} і μ_{ik} , причому:

$$\mu_{ik} = \sum_{r,s=1}^n A_{jr} \lambda_{rs} A_{ks}. \quad (i \neq k) \quad (11)$$

Якщо в якості матриці перетворення A вибрати ортогональну матрицю, то її елементи можна підібрати таким чином, що матриця других моментів M буде діагональною. Це означає, що другі змішані моменти $\mu_{ik} = 0$ при $i \neq k$ і матриця других моментів M містить n діагональних елементів, які є дисперсіями тепер випадкових величин, які вже не корельовано. Тому кожна з випадкових величин ξ_i виражається лінійною комбінацією незалежних η_i :

$$\xi_j = \sum_{i=1}^n A_{ji} \eta_i. \quad (12)$$

Можливість зазначеної заміни цілком визначається вибором розподілу ξ_i , який в даному випадку допускає розкладання ξ_i на складові відповідно при дотриманні правила складання дисперсій, яке в даному випадку має вигляд:

$$\lambda_{jj} = \sum_{i=1}^n A_{ji}^2 \mu_{ii}, \quad (13)$$

де λ_{jj} і μ_{ii} - дисперсії відповідно випадкових величин ξ_i та η_i .

У випадку, коли випадкові величини ξ_i мають щільність узагальненого закону Пуассона $f_{\Gamma}(\xi)$, то за умовою вони однаково розподілені, тобто істотний параметр c повинен бути незмінним, а різноманітність дисперсій λ_{jj} виражається різними параметрами масштабу σ_j^2 . Таким чином, характеристичні функції $\psi_j^{(\xi)}(t)$ випадкових величин ξ_j мають наступний аналітичний вигляд:

$$\psi_j^{(\xi)}(t) = \exp\left\{-c\left[1 - \exp\left(-\frac{t^2}{2}\sigma_j^2\right)\right]\right\}. \quad (14)$$

Причому $\lambda_{jj} = c\sigma_j^2$ та $c = \frac{\lambda_{jj}}{\sigma_j^2}$, тобто $c = \frac{\sum_{i=1}^n A_{ji}^2 \mu_{ii}}{\sigma_j^2}$, та для усіх ξ_j значення c являються однаковими.

Характеристичні функції для кожної з n випадкових величин ξ_j можна представити у вигляді добутку n співмножників характеристичної функції випадкових величин η_{ji} , тобто:

$$\psi_j^{(\xi)}(t) = \exp\{-c[1 - \exp(-\frac{t^2}{2}\sigma_j^2)]\} = \exp\{-\sum_{i=1}^n c_{ji}[1 - \exp(-\frac{t^2}{2}\sigma_j^2)]\}. \quad (15)$$

Отже:

$$\psi_{ji}^{(\eta)}(t) = \exp\{-\sum_{i=1}^n c_{ji}[1 - \exp(-\frac{t^2}{2}\sigma_j^2)]\}. \quad (16)$$

Таким чином, випадкова похибка ξ_j розкладається на n величин η_{ji} , які незалежні, також мають розподіл $f_{\Gamma}(\xi)$, але з різними істотними параметрами $c_{ji} \left(\sum_{i=1}^n c_{ji} = c \right)$ та однаковими

масштабними параметрами σ_j^2 , причому $c_{ji} = \frac{A_{ji}^2 \mu_{ii}}{\sigma_j^2}$, а A_{ji} - елемент ортогональної матриці перетворення A .

Таким чином, може бути використаний для опису як незалежних, так і залежних похибок навігаційних вимірювань узагальнений закон Пуассона з щільністю $f_{\Gamma}(\xi)$, яка породжується розподілом Гауса.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zhu M. Parameter Identification of Ship Maneuvering Models Using Recursive Least Square Method Based on Support Vector Machines/Zhu M., Hahn A., Wen Y.Q., Bolles A.// TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 11, No. 1, page 23-29, 2017.
2. Nick T. Thomopoulos Nick T. Statistical Distributions Applications and Parameter Estimates Illinois Institute of Technology Burr Ridge, IL, USA 2017.
3. Krishnamoorthy, K. and Tian, L. Inferences on the difference between two inverse Gaussian means. Submitted for publication 2004.
4. Christian Heumann • Michael Schomaker Introduction to Statistics and Data Analysis . Springer International Publishing Switzerland 2016
5. Hsu D. A. An analysis of error distribution in navigation / Hsu D. A. // The Journal of Navigation. – Vol. 32.- № 3. – P. 426 - 429.

УДК 629.5.083-047.44(045)

PREDICTIVE DIAGNOSTIC OF TECHNICAL STATE OH SHIPS USING DIGITAL TWINS

A. Soldatenko, group 1492, **O. Kozachenko**, senior lecturer

National University «Odessa Maritime Academy» (Ukraine)

Abstract

Predictive diagnostics of ships' technical states is a revolutionary approach in the maritime industry, enabling early identification of potential failures, optimization of maintenance, and extending the operational lifespan of ships. A key technology facilitating this innovation is the use of digital twins—comprehensive, real-time, digital replicas of physical assets, processes, or systems. By employing data from real-time sensors, machine learning algorithms, and advanced simulation models, digital twins allow for a detailed and dynamic view of a vessel's operational health. Through analysis, it is shown that digital twins significantly enhance predictive diagnostics, reducing downtime, improving safety, and ultimately leading to more efficient and sustainable maritime operations.

1. Introduction

The maritime industry has historically faced significant challenges related to the maintenance and reliability of vessels, with downtime due to technical failures resulting in substantial financial losses and safety risks. Traditional methods of maintenance, often based on fixed schedules, fail to account for the complex and varied operational conditions ships experience. Predictive diagnostics has emerged as a promising solution by offering a proactive approach that anticipates failures before they occur, allowing maintenance to be performed precisely when needed. Digital twins, which create a real-time virtual model of physical assets, represent a key enabling technology for predictive diagnostics.

2. Concept of Digital Twins in Maritime Operations

Digital twins are digital representations of physical objects, processes, or systems that simulate, monitor, and predict behavior. By integrating real-time data from sensors and using advanced analytics, digital twins continuously update to reflect the current state of the corresponding physical system. In the context of maritime operations, digital twins can be applied to ship engines, hulls, propulsion systems, and other critical components, providing a holistic view of the vessel's technical state.

Digital twins operate through a combination of IoT (Internet of Things) sensors, cloud computing, and machine learning algorithms. Sensors on the ship collect vast amounts of data on operational parameters, which are then processed and analyzed in real time. These models are continuously adjusted based on the data they receive, creating an accurate and dynamic representation of the vessel's condition.

3. Applications of Digital Twins in Predictive Diagnostics

Digital twins offer several valuable applications within predictive diagnostics for ship technical states:

3.1 Real-Time Condition Monitoring

By integrating data from sensors on the ship's critical systems, digital twins enable continuous, real-time monitoring. For example, a digital twin of an engine might receive data on temperature, vibration, pressure, and RPM, providing insights into the engine's operational state. Algorithms within the digital twin can analyze deviations from normal patterns, signaling potential issues that may require attention. This approach improves reliability by detecting minor anomalies that could escalate into major failures if left unaddressed.

3.2 Fault Prediction and Remaining Useful Life (RUL) Estimation

Digital twins can predict faults and estimate the Remaining Useful Life (RUL) of ship components through predictive models. For instance, machine learning algorithms within the digital twin can use historical and real-time data to forecast the likelihood of component failure over time. This allows ship operators to schedule maintenance based on actual wear and tear, rather than arbitrary intervals, reducing unnecessary downtime and optimizing resources.

3.3 Simulation of "What-If" Scenarios

Digital twins facilitate the simulation of hypothetical scenarios, which is particularly useful for assessing the impact of different operational conditions on the ship's systems. For instance, by simulating increased engine load during rough sea conditions, operators can predict how these conditions might affect the engine's performance and longevity. This allows for better decision-making and proactive adjustments to avoid potential damage.

3.4 Enhanced Decision-Making for Maintenance Planning

With a comprehensive and dynamic overview of the ship's technical state, digital twins support data-driven decision-making for maintenance planning. Ship operators can prioritize maintenance tasks based on real-time diagnostic data, making maintenance schedules more flexible and adaptive to actual conditions. This is especially beneficial in ensuring that maintenance is performed during planned stops, reducing the risk of unexpected breakdowns during voyages.

4. Key Technologies Enabling Digital Twins

4.1 IoT and Sensor Technology

IoT sensors are the backbone of digital twin technology, providing the continuous data stream necessary for creating an accurate digital representation of the ship. These sensors measure various parameters, including temperature, pressure, vibration, and flow rates, across different ship components.

4.2 Cloud Computing and Big Data

The vast amounts of data generated by IoT sensors require robust data storage and processing capabilities, which are facilitated by cloud computing. Cloud platforms enable the storage and analysis of real-time and historical data, allowing digital twins to continuously evolve and improve predictive diagnostics capabilities.

4.3 Machine Learning and Artificial Intelligence (AI)

Machine learning algorithms are integral to predictive diagnostics within digital twins, enabling real-time analysis, fault prediction, and RUL estimation. Supervised and unsupervised learning models allow digital twins to learn from patterns in historical data and detect anomalies in real-time data. Advanced AI models, including neural networks, are increasingly being used to make accurate predictions about component failures, supporting proactive maintenance planning.

5. Challenges in Implementing Digital Twins for Ships

Despite the benefits, the implementation of digital twins in the maritime industry faces several challenges:

- **Data Quality and Availability:** The accuracy of digital twins depends on high-quality, real-time data from sensors. Poor data quality can lead to inaccurate diagnostics and predictions. Ensuring continuous connectivity in remote maritime environments also presents difficulties.
- **Cybersecurity Risks:** Digital twins rely on a vast amount of digital data, often transmitted over networks, creating potential cybersecurity vulnerabilities. Protecting digital twins from cyber threats is critical to prevent data breaches and operational disruptions.
- **Integration with Legacy Systems:** Many ships still operate with outdated systems that are not easily compatible with modern IoT and AI technologies. Integrating digital twin technology with these legacy systems requires significant investment and technical adjustments.
- **Skill and Knowledge Gaps:** The effective use of digital twins requires personnel skilled in data analysis, AI, and IoT technologies. Training crew and shore-based teams on the use of digital twin systems is essential but poses a challenge given the specialized expertise required.

6. Case Study: Predictive Diagnostics in Engine Management

A practical application of digital twins in predictive diagnostics can be observed in engine management. By developing a digital twin of the main engine, real-time sensor data on temperature, pressure, and fuel consumption are continuously monitored and compared with predictive models. In one case, a ship operator implemented a digital twin that could predict engine overheating due to component wear with 90% accuracy, enabling the maintenance team to address the issue before it led to a complete engine breakdown.

This approach not only saved repair costs but also prevented potential delays and safety risks.

7. Future Outlook and Conclusion

The integration of digital twins in predictive diagnostics represents a significant advancement in the maritime industry, moving it closer to autonomous, self-diagnosing ships. As digital twin technology evolves, it is expected that it will become more accurate and accessible, with enhanced cybersecurity measures and improved integration with legacy systems. Future research should focus on developing standardized frameworks for implementing digital twins across the industry and advancing AI models that can handle complex, high-dimensional data for better fault prediction.

In conclusion, digital twins offer unparalleled potential for predictive diagnostics in ship maintenance, enabling real-time monitoring, fault prediction, and optimized maintenance planning. By proactively managing the technical state of ships, digital twins improve safety, reduce operational costs, and contribute to the sustainability of maritime operations. The continued development and adoption of digital twin technology will be pivotal in shaping the future of the maritime industry.

REFERENCES

1. R. Jain, "Digital Twins in Maritime Operations: Applications and Challenges," *Journal of Maritime Engineering*, vol. 45, no. 3, pp. 202-214, 2021.
2. A. Smith and D. Zhang, "Predictive Maintenance Using Machine Learning in the Maritime Industry," *Proceedings of the International Conference on Predictive Maintenance*, pp. 150-162, 2020.
3. M. Li and C. Wang, "Integration of IoT and Digital Twin for Predictive Diagnostics in Ship Maintenance," *Maritime Technology Today*, vol. 12, no. 4, pp. 314-327, 2022.
4. S. Chen, "Cybersecurity in Maritime Digital Twins: Current Challenges and Future Directions," *International Journal of Maritime Cybersecurity*, vol. 3, no. 2, pp. 45-59, 2023.
5. G. Brown et al., "Applications of Machine Learning in Predictive Maintenance of Marine Engines," *Naval Engineering Review*, vol. 29, no. 5, pp. 98-105, 2021.
6. International Maritime Organization (IMO), "Guidelines for the Implementation of Digital Twin Technology in Maritime Operations," *IMO Technical Report*, 2023.

УДК 656.612-048.26(045)

ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ В СФЕРІ УТИЛІЗАЦІЇ СТАРИХ СУДЕН

Степанов Б.В., курсант гр.1504, керівник Козаченко О.Ю., старший викладач

Національний університет "Одеська морська академія", Україна

ВСТУП. Утилізація суден визначається як діяльність з повного або часткового демонтажу судна на верфі з метою вилучення компонентів і матеріалів для переробки та повторного використання. Однак сьогодні тільки частина суден, що відслужили свій термін, обробляється безпечним і чистим способом. Утилізація суден - це важка і небезпечна галузь, яка наражає як робітників, так і навколишнє середовище на велику кількість ризиків. Нехтування стандартами безпеки, екологічними нормами та умовами праці є поширеними проблемами, особливо в країнах, де відсутній ефективний контроль за цими процесами.

АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ. Щорічно сотні суден виходять з експлуатації, і ефективне управління цим процесом стає все більш актуальним. Після завершення свого життєвого циклу судна містять величезну кількість матеріалів, які можуть бути перероблені або, навпаки, становити загрозу для навколишнього середовища та здоров'я людей. У країнах, де утилізація суден проводиться на пляжах — Бангладеш, Індія, Пакистан, — часто відсутня належна інфраструктура для обробки небезпечних матеріалів. Це призводить до суттєвого забруднення морської та наземної екосистеми. За даними міжнародних організацій, на верфях в Південній Азії травматизм серед працівників значно перевищує середні показники в інших галузях. Часто робітники не мають доступу до засобів індивідуального захисту, що робить їх вразливими перед небезпечними матеріалами та роботою з важкими конструкціями. Ці проблеми ставлять на меті розробку та впровадження можливих рішень для вдосконалення процесу утилізації та створення більш безпечних умов для подальшого розвитку.

ОСНОВНА ЧАСТИНА. Процес утилізації суден на узбережжі цих країн починається з придбання їх покупцем, коли судовласник вирішує завершити економічний термін експлуатації судна. Зазвичай, після необхідного огляду та сертифікації судно прямує на верф для демонтажу. Після вилучення невикористаних або частково відпрацьованих матеріалів

судно розрізають на дрібні частини. Газове різання широко використовується для виготовлення відносно невеликих шматків зі сталевих конструкцій. Зазвичай не проводиться жодних досліджень щодо того, в якому порядку та які частини слід відокремлювати першими, а які - наступними. Помічено, що, розпочинаючи процес розрізання, робітники, як правило, спочатку ріжуть усі бічні обшивки. Під час такої практики дуже часто трапляються нещасні випадки через падіння пластини. Мінімальні знання з техніки безпеки та мінімальні технічні вимоги застосовуються в цьому процесі.



Рисунок 1. Внесок країн Азії у переробку суден.

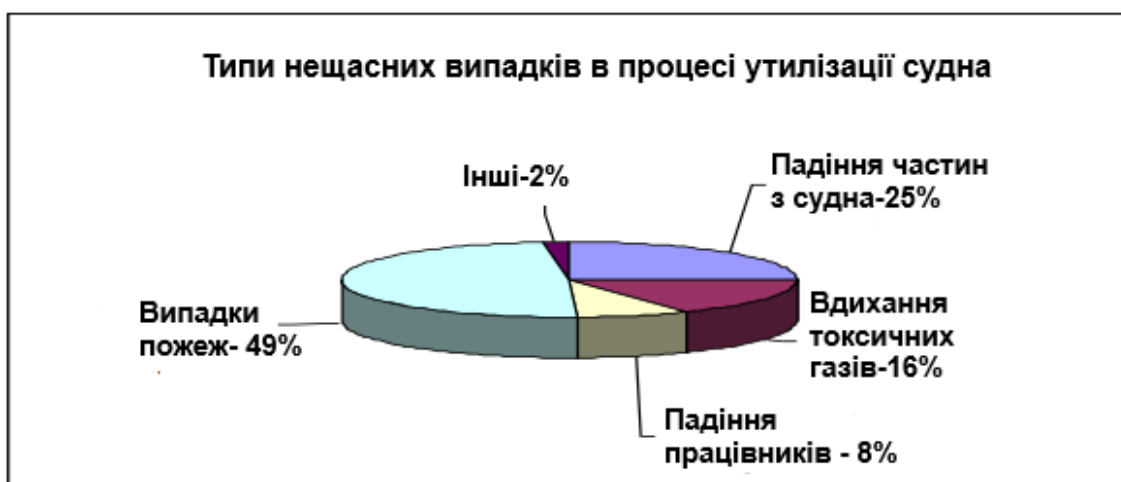


Рисунок 2. Статистика нещасних випадків на підприємствах

Погана практика сучасної індустрії утилізації суден спричиняє величезне забруднення навколишнього середовища в прибережній зоні. Наприклад, операція різання, як правило, виконується від носової до кормової частини судна. Під час різання судна, мало піклуються про подвійне дно або труби, що містяться всередині. Ця дія призводить до скидання трюмних та баластних вод у море. Також дуже поширена практика зняття ізоляції з електричних кабелів шляхом спалювання, яка є ще одним джерелом забруднення, оскільки при цьому утворюються високотоксичні гази.

Двигуни, насоси, компресори, які містять мастила, маслянисті речовини, повинні зберігатися на непроникній поверхні з затіненою зоною зберігання. Але у випадку з утилізацією суден у Бангладеш, це обладнання зберігається на відкритому просторі, що призводить до забруднення ґрунту через змішування його з нафтопродуктами.

Хоча основним будівельним матеріалом океанських суден є нешкідлива конструкційна та неконструкційна сталь, під час демонтажу судна може утворитися багато інших матеріалів, таких як кольорові метали, скло та дерево, полімерні та композитні матеріали, нафта, а також небезпечні тверді речовини, такі як мінеральна вата, наприклад, азбест. Як наслідок, особлива небезпека спричинена азбестом, важкими металами та хімічними речовинами, викликає

серйозні проблеми зі здоров'ям у працівників. Азбест є дуже небезпечною речовиною. Робітники демонтують азбестові матеріали, не знаючи про наслідки його вдихання. Для покращення якості навколишнього середовища, пов'язаного з утилізаційними заводами, деякі обов'язкові інфраструктури впроваджуються відповідно до інструкцій, наданих Міністерством охорони навколишнього середовища.

Таблиця 1. Перелік небезпечних матеріалів, звичайна та стандартна практика.

Небезпечні матеріали	Звичайна практика в Бангладеш	Впровадження інфраструктури для створення безпечних умов праці
Азбест	Повторне використання в системах кондиціонування. Спостерігається неконтрольоване звалище.	Створити окрему камеру та тимчасове сховище для поводження з азбестом. Також потрібен безпечний полігон для захоронення відходів.
Лакофарбове покриття	Стандартної практики наразі не існує. Газове різання і повторна прокатка сталі здійснюється без зняття покриттів.	Необхідно розробити систему, що включає аналіз, видалення та утилізацію фарби шляхом затвердіння, захоронення в системі управління відходами.
Кадмій, хром, свинець, ртуть.	Батареї, освітлювальні прилади, датчики рівня використовуються повторно.	Фізико-хімічна обробка, захищений полігон- необхідні для екологічно безпечної утилізації.
Трюмні води	Іноді випускають у море	Потрібне сховище для фізико-хімічної обробки.
Електричне обладнання	Повторне використання.	Необхідна утилізація, залишки на полігоні ТПВ.
Люмінесцентні лампи	Повторне використання у випадку хорошого стану.	Необхідно впроваджувати утилізацію ртуті/скла.
Відпрацьоване масло/нафтова вода	Іноді випускають у море.	Встановлюється сепаратор нафтової води. Також необхідна фізико-хімічна обробка.

Для покращення сучасної практики утилізації суден необхідне створення спільних міжнародних стандартів та регуляцій, які б забезпечували безпеку та екологічність процесу утилізації. Для цієї мети, в Китаї, у період з 11 по 15 травня 2009 року була прийнята Гонконгська конвенція про безпечну утилізацію суден, яка повинна набути чинності 26 червня 2025 року. Правила Конвенції охоплюють: проектування, будівництво, та підготовку суден для сприяння безпечній переробці без шкоди для ефективності експлуатації суден, а також створення відповідного механізму виконання утилізації суден, включаючи вимоги до сертифікації та звітності.

Відповідно до Гонконгської конвенції, судна повинні мати на борту інвентаризацію небезпечних матеріалів, специфічну для кожного судна, яку необхідно підготувати, перевірити та підтримувати в актуальному стані відповідно до вказівок ІМО. Після цього початкового перевірконого огляду судна повинні будуть проходити додаткові огляди протягом терміну служби та остаточний огляд перед утилізацією. Перш ніж судно можна буде переробити, підприємство з утилізації має надати план утилізації, який є конкретним для

кожного судна. У ньому має бути вказано спосіб переробки залежно від його характеристик та інвентарю.

Усі наявні методики базуються на дуже простому принципі, а саме: утилізація суден це зворотній процес сучасного суднобудування. Тому саме ратифікація Гонконгської конвенції країнами Південної Азії дозволить зменшити існуючі ризики та запровадить подальше вдосконалення цієї галузі.

ВИСНОВОК. Утилізація суден є складним процесом, який потребує сучасного підходу для забезпечення екологічної та соціальної відповідальності. Проблеми в сфері утилізації суден вимагають міжнародної співпраці, інвестицій в інфраструктуру, розробки нових стандартів та посилення регуляторного нагляду. Реалізація цих заходів дозволить мінімізувати негативний вплив утилізації суден на навколишнє середовище та забезпечити безпечні умови праці для працівників.

ЛІТЕРАТУРА

1. https://www.researchgate.net/publication/314559300_Underlying_problems_of_ship_recycling_industries_in_Bangladesh_and_way_forward
2. International Maritime Organization. "Hong Kong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships." IMO, 2009.
3. <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Ship-Recycling.aspx>
4. International Labour Organization. "Safety and Health in Shipbreaking: Guidelines for Asian Countries and Turkey." ILO, 2004.
5. <https://shipbreakingplatform.org/our-work/the-problem/>
6. <https://www.shippinginbox.com/ship-recycling-trends-and-challenges-in-the-next-10-years/>
7. European Commission. "Ship Recycling Regulation." European Union Law, 2013.

УДК 623.7

AI TECHNOLOGY IN ISM RADIO BAND DRONE DETECTION AND CLASSIFICATION SYSTEM FOR PROTECTION OF COMMERCIAL SHIPS AND PORT FACILITIES

Stetsenko M., Ph.D, Shyshkin O., D.Sc, Professor

National University "Odessa Maritime Academy", Ukraine

1. Introduction

In recent years, drone technology has evolved rapidly, finding widespread applications across various sectors, including entertainment, logistics, surveillance, and agriculture. While drones have brought many benefits, their proliferation has raised security concerns, particularly in critical infrastructure sectors such as maritime transportation. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) pose significant security threats to commercial ships and port facilities, as they can be used for surveillance, smuggling, and even malicious attacks, which could lead to costly disruptions, data breaches, and risks to human life.

The International Maritime Organization (IMO) has emphasized the importance of maritime cybersecurity and physical security, especially for commercial vessels and port operations [1]. These facilities are increasingly vulnerable to drones that can operate autonomously or remotely at substantial distances. A comprehensive drone detection system is essential to mitigate these risks and ensure that commercial ships and port facilities can pre-emptively respond to unauthorized drone incursions.

1.1 Problem Statement

Traditional methods for detecting drones, such as radar and optical sensors, are often costly, limited in range, or susceptible to environmental interference (e.g., fog or rain). These factors make them suboptimal for maritime applications where range, scalability, and operational reliability are

essential. Furthermore, maritime environments introduce additional challenges such as signal interference from other vessels and the need for compliance with international regulatory standards, making it even more complex to establish a drone detection system.

The need exists for a detection and classification system that is both affordable and effective in marine environments. Leveraging the ISM (Industrial, Scientific, and Medical) radio band, which is commonly used for various unlicensed wireless applications, can provide a viable solution [2-3]. By focusing on RF signals in the ISM band, it is possible to capture distinctive transmission patterns associated with drones, enabling detection over larger ranges and under various environmental conditions. The addition of AI-driven analytics can significantly enhance the accuracy and reliability of detection by learning to differentiate between drone signals and other types of radio-frequency (RF) noise.

1.2 Objectives

This study aims to develop and validate an AI-driven drone detection and classification system operating within the ISM radio band. The key objectives include:

1. Developing a robust detection framework capable of real-time signal processing and feature extraction from ISM band signals associated with drones.
2. Implementing machine learning algorithms to classify various types of drones and distinguish between authorized and unauthorized devices.
3. Evaluating the performance of the system in terms of detection accuracy, classification precision, and robustness under various maritime conditions.
4. Assessing the system's feasibility for integration with existing security protocols on commercial ships and in port facilities, ensuring compliance with maritime security standards.

2. Methods and models

Current drone detection technologies span several modalities, including radar, optical (camera-based), acoustic, and RF-based systems. Each approach has its advantages and limitations [4, 5]:

Each of these methods has limitations that make them challenging to deploy in maritime environments. RF-based detection, however, offers unique advantages due to the pervasive use of ISM bands by drones and the non-intrusive nature of RF monitoring.

The ISM band, initially designated for non-commercial use, has become a standard for numerous applications, including wireless communications and unlicensed data transmission. Most consumer drones communicate with their remote controllers using ISM frequencies (e.g., 2.4 GHz and 5.8 GHz), making these bands a rich source of signals for detection. Unlike optical and acoustic sensors, ISM band monitoring does not require direct line-of-sight, and it performs consistently regardless of weather conditions.

Using the ISM band for drone detection is advantageous for the following reasons [6]:

1. **Low-Cost and Ubiquitous:** ISM-band RF receivers are affordable and widely available, making it feasible to deploy across multiple nodes within a port facility or along a ship's perimeter.
2. **Passive Monitoring:** Monitoring the ISM band does not emit signals, which means the system can operate covertly without alerting nearby devices or potentially interfering with shipboard communication systems.
3. **Compatibility with AI Systems:** The frequency signatures in the ISM band are ideal for training AI algorithms to recognize patterns unique to drone communications, thereby improving the classification and detection accuracy.

Since AI has become integral to modern signal processing, offering advanced techniques for feature extraction, anomaly detection, and pattern recognition, it is possible to achieve higher accuracy levels than traditional threshold-based methods by applying AI to RF-based drone detection. Machine learning algorithms can detect subtle variations in the signal characteristics, enabling the differentiation between drones and other RF sources, even in a noisy maritime environment.

The primary challenge with AI in this context is the availability of labelled training data. Acquiring datasets that cover a range of drones, interference types, and environmental conditions is crucial to training robust models. Additionally, to minimize computational demands, techniques like

transfer learning and model compression are often applied, making the AI model feasible for real-time deployment in maritime security systems.

For the purpose of this research, a publicly available drone RF dataset has been used [7]. It consist of radio signal records of 8 different commercial drone types. Drone RF signals have a random nature, and they have a finite average power. This power term is estimated in terms of power spectral density (PSD) of the RF signal. In this work, PSD is calculated using the Welch algorithm [8, 10]. RF drone signal, represented by $x[n]$, is partitioned into frames by multiplying Hamming window function $w[n]$, to obtain windowed drone signals.

Fig. 1 shows log-scale PSDs for ISM band components of RF signals, calculated for Frysky, Inspire3RC, MatriceRC, MavicRC1, MavicRC2, mini2RC, SjRC pro, and Spektrum Dx4e drones.

Some commonly used AI techniques in RF signal processing include [7-10]:

- Convolutional Neural Networks (CNNs);
- Recurrent Neural Networks (RNNs);
- Support Vector Machines (SVMs).

Among those listed above, a particular attention is drawn by CNNs. These models are effective at recognizing spatial features in data, making them suitable for analyzing time-series data from RF signals. They can detect unique patterns or “signatures” that differentiate drones from other ISM band sources [0].

The convolutional neural network (CNN) designed for this study is structured specifically for the classification of drone RF signals detected within the ISM band (Fig. 2). The architecture consists of an input layer with a one-dimensional signal input shape of 1024 time steps. This is followed by multiple convolutional layers with varying filter sizes, allowing the model to learn hierarchical representations of the RF signal patterns. The configuration includes:

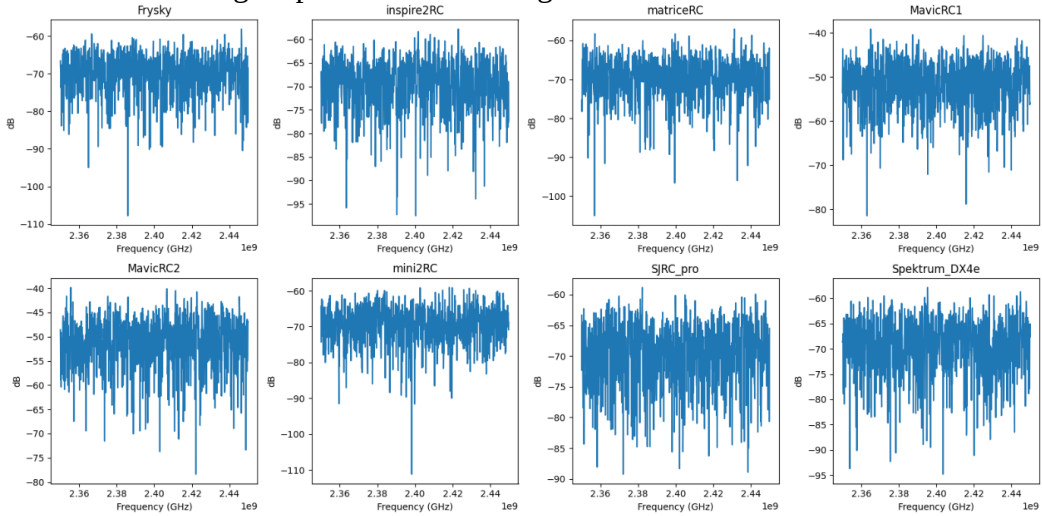


Figure 1. Power spectral density records of commercial drones

1. Convolutional Layers: Each convolutional layer has progressively larger filter sizes (from 256 to 1024 units), which helps capture different frequency components and signal variations at different scales. The 1D convolutional layers are interspersed with batch normalization layers to stabilize the learning process and reduce internal covariate shifts, thereby accelerating training.
2. Batch Normalization Layers: Batch normalization is used after each convolutional layer to normalize the activations, which leads to faster convergence and potentially reduces the need for regularization.
3. Dropout Layers: Dropout layers follow the batch normalization layers, with progressively higher dropout rates to prevent overfitting. These dropout layers randomly disable portions of the network during training, enhancing the model's robustness and generalizability.
4. Flattening and Fully Connected Layers: After flattening the output of the final convolutional layer, fully connected layers are applied, starting with 1024 units and reducing to 8 output

units. The dense layers gradually reduce the dimensionality, ending in an output layer with 8 units, representing the number of possible signal classes.

5. **Activation Functions:** ReLU activation functions are used in the intermediate layers for non-linearity, while the final dense layer uses softmax activation to output probabilities across the 8 classes, enabling multi-class classification.

This architecture has several advantages for drone detection and classification in maritime environments:

- **Efficient Feature Extraction:** The convolutional layers effectively capture local signal patterns and distinct frequency characteristics associated with drone communications, which are crucial for differentiating drone signals from background RF noise.
- **Improved Convergence with Batch Normalization:** Batch normalization layers reduce the effects of internal covariate shift, allowing faster and more stable convergence during training.
- **Reduced Overfitting with Dropout:** The use of dropout layers combats overfitting, making the model generalize better to real-world scenarios, even when the training dataset is relatively limited.
- **Hierarchical Representation:** With multiple layers, the CNN builds hierarchical representations, learning both fine-grained details and high-level abstractions of drone signal features, improving classification accuracy.

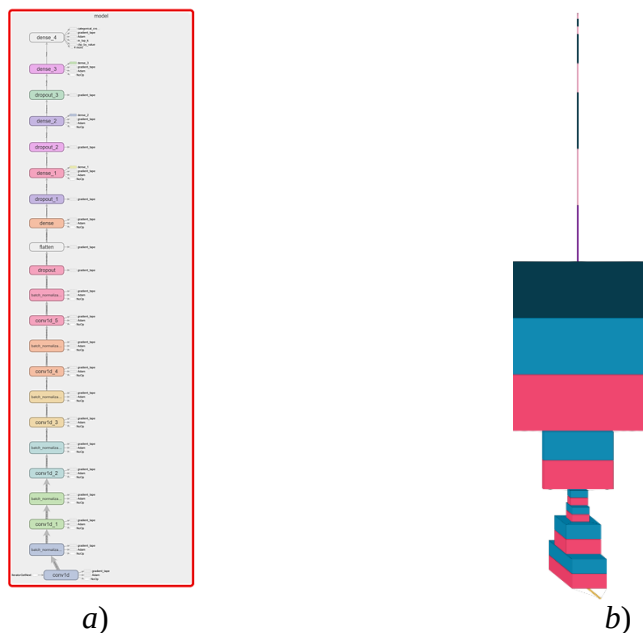


Figure 2. CNN training model structure

- Connected layers graph view
- Volumetric view of connected layers nodes

The Adam (Adaptive Moment Estimation) optimizer was chosen for this model due to its ability to handle sparse gradients and adjust the learning rate for each parameter dynamically. Adam combines the benefits of two other popular optimization algorithms, AdaGrad and RMSProp, which make it particularly effective for the following reasons: Adaptive Learning Rates, Robust Gradient Descent, Efficient for Large-Scale Data.

The categorical cross-entropy loss function is used in this multi-class classification problem to measure the difference between the predicted probability distribution and the true distribution of the classes. This loss function offers several benefits in the context of drone classification:

The combination of the CNN architecture with the Adam optimizer and categorical cross-entropy loss function resulted in high classification accuracy and rapid convergence. The model successfully identified and classified drones across a variety of test cases, demonstrating resilience to

signal noise and variations in RF interference levels. The Adam optimizer contributed to lower training time without compromising accuracy, while categorical cross-entropy ensured that the model made confident, correct classifications even in multi-class scenarios.

Results and Discussion.

The CNN model's hierarchical feature extraction and the incorporation of batch normalization and dropout layers proved advantageous, allowing the system to perform reliably in maritime settings where RF interference is common. The combination of adaptive learning via the Adam optimizer and probabilistic prediction accuracy from categorical cross-entropy further improved both training stability and classification precision, even when distinguishing drones from background RF noise.

As can be seen from Fig. 3 training and evaluation metrics suggests

1. High Classification Accuracy: The model achieved strong performance in identifying and classifying drones, with high accuracy across diverse scenarios and resilience to signal noise.
2. Effective Feature Learning: The CNN structure enables deep feature learning, allowing it to capture intricate signal patterns unique to drones, thus reducing false positives.
3. Operational Suitability: The system's use of passive RF monitoring in the ISM band aligns with regulatory standards, offering a non-intrusive method of drone detection that is feasible for deployment in real-world maritime environments.

For model performance metrics, the following expressions are valid:

$$\text{Accuracy} = (\text{TP} + \text{TN}) / (\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}),$$

$$\text{Precision} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FP}),$$

$$\text{Recall} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FN}),$$

where TP, TN, FP and FN are true positives, true negatives, false positives and false negatives respectively [8].

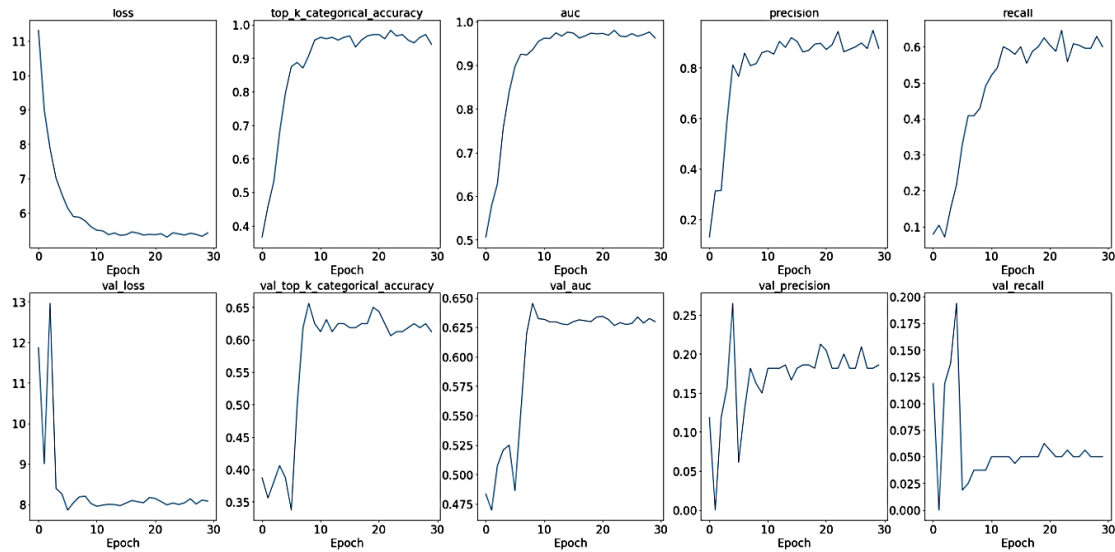


Figure 3. Training performance of the CNN for drone RF signal detection and

The area under the ROC curve (AUC) represents the probability that the model, if given a randomly chosen positive and negative example, will rank the positive higher than the negative. The results suggest that the proposed CNN-based model holds significant promise for real-time, automated drone monitoring and security enhancement in maritime applications. Future work can explore the integration of this model with other detection modalities, such as acoustic or optical sensors, to create a multi-modal system that further improves reliability and robustness. Additionally, field tests and refinements in complex marine environments will be crucial to validate and improve the system's operational capabilities.

Conclusions. This study presents a novel approach for detecting and classifying drones in the ISM radio band to enhance the security of commercial ships and port facilities. By leveraging a convolutional neural network (CNN) architecture optimized with the Adam algorithm and trained

using categorical cross-entropy loss, the proposed system effectively identifies unique RF signal patterns associated with drones. This approach offers a scalable, low-cost alternative to traditional detection systems, such as radar or optical methods, which are often limited by environmental factors and high deployment costs.

Overall, this research demonstrates that AI-driven signal processing in the ISM band is a practical and effective solution for addressing the growing security challenges posed by drones in maritime and port facilities. This approach represents a step forward in ensuring the safety and security of critical maritime infrastructure.

REFERENCES

1. Wang J, Zhou K, Xing W, Li H, Yang Z. Applications, Evolutions, and Challenges of Drones in Maritime Transport. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2023; 11(11):2056. <https://doi.org/10.3390/jmse11112056>
2. Technical and operating parameters and spectrum use for short-range radiocommunication devices– Report ITU-R SM.2153-8 (06/2021)
3. ДСТУ ETSI EN 300 328:2017 Системи з радіодоступом діапазону частот 2.4 ГГц. Технічні вимоги та методи випробування (ETSI EN 300 328:2016, IDT)
4. Seidaliyeva U, Ilipbayeva L, Taissariyeva K, Smailov N, Matson ET. Advances and Challenges in Drone Detection and Classification Techniques: A State-of-the-Art Review. *Sensors*. 2024; 24(1):125. <https://doi.org/10.3390/s24010125>
5. Khan, Muhammad Asif & Menouar, Hamid & Eldeeb, Aisha & Abu-Dayya, Adnan & Salim, Flora. (2022). On the Detection of Unauthorized Drones - Techniques and Future Perspectives: A Review. *IEEE Sensors Journal*. 22. 1-1. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2022.3171293>.
6. .Al-Saedi M., Al-Khafaji A. Use of machine learning for drone detection and classification // *Artificial Intelligence Review*. – 2019. – V. 52, № 6. – P. 4097–4111.
7. Mohammad Al-Sa'd, Mhd Saria Allahham, Amr Mohamed, Abdulla Al-Ali, Tamer Khattab, Aiman Erbad. DroneRF dataset: a dataset of drones for RF-based detection, classification, and identification. Mendeley Data, v1 (2019) <https://doi.org/10.17632/f4c2b4n755.1>
8. Almasri, Mahmoud. Deep Learning for RF-based Drone Detection and Identification using Welch's Method. In: *DATA*. 2021. p. 208-214.
9. P. Podder et al. Deep Learning for UAV Detection and Classification via Radio Frequency Signal Analysis," *Proceedings - IEEE International Conference on Mobile Data Management*, pp. 165 - 174, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Jan 2024. <https://doi.org/10.1109/MDM61037.2024.00040>
10. Rabiye Kılıç, Nida Kumbasar, Emin Argun Oral, Ibrahim Yucel Ozbek. Drone classification using RF signal based spectral features, *Engineering Science and Technology, an International Journal*, Volume 28, 2022, 101028. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2021.06.008>.

УДК 656.61.614.3(477.74)(560.118)“364”

МОРСЬКИЙ ЗЕЛЕНИЙ ПРОХІД “ОДЕСА - СТАМБУЛ”

Танасенко О.І., Лабарткава Н.О., курсанти гр. 1302, керівники Васильєв Д.В., ст. викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Віддзеркаленням великої історії, культурного обміну та стратегічного значення є Морський зелений прохід між Одесою та Стамбулом. Цей маршрут відіграє ключову роль у забезпеченні морської сполученості між Східною та Західною Європою, сприяючи не лише торгівлі, але й культурному обміну, інтеграції та взаєморозумінню між народами. Від античних часів цей шлях відігравав стратегічну роль у політичних, економічних та культурних аспектах розвитку регіону. Сьогодні Морський зелений прохід відкриває перед сучасним світом не лише можливості торгівлі та транспортування, але й сприяє зближенню культур,

стимулює розвиток туризму та підтримує глобальну економіку. Такий перехід є не лише шляхом між портами, а й символом співпраці, розвитку та взаєморозуміння між державами. Зважаючи на свою важливість і вплив на геополітичну карту та економічний ландшафт регіону, Морський зелений прохід між Одесою та Стамбулом стоїть перед нами як символ сполучення та співпраці між різними культурами та народами. Цей шлях, що пролягає через Чорне море, належить до тих маршрутів, які своєю важливістю перетинають час і простір, об'єднуючи минуле і сьогодення. Від античних часів цей маршрут служив не лише для торгівлі товарами, а й для обміну ідеями, культурою та інноваціями. Сьогодні Морський зелений прохід залишається не тільки важливим транспортним коридором, але й символом глибокого економічного і культурного зв'язку між Україною, Туреччиною та іншими країнами, що мають доступ до Чорного моря. Таким чином, вивчення і аналіз Морського зеленого проходу відкриває широкі перспективи для розуміння не лише транспортних аспектів, але й глибоких культурних та економічних взаємозв'язків, які визначають розвиток регіону і формують міжнародні відносини. Морський зелений прохід Одеса-Стамбул виникає на перехресті історичних, економічних та екологічних факторів, які сформували важливість цього маршруту для розвитку морської торгівлі та співробітництва між Україною та Туреччиною. Протягом історії обидва міста, Одеса і Стамбул, відігравали ключову роль у торгівлі, культурному обміні та політичних відносинах. Одеса, як важливий портовий місто на Чорноморському узбережжі, завжди була ключовим торговим вузлом для України та сусідніх країн. Стамбул, колишня Константинополь, був серцем імперії, що контролювала важливі торгові шляхи між Сходом і Заходом. Історично, морські маршрути між цими двома містами забезпечували не лише торгівлю та економічні зв'язки, а й культурний обмін та взаємовплив. Вони відіграли важливу роль у формуванні культурної та етнічної різноманітності в регіоні та стимулювали розвиток мистецтва, науки та архітектури. У сучасному контексті ідея "Морського зеленого проходу" відзначається відданістю екологічній та сталому розвитку. Цей проект має на меті сприяти зменшенню впливу морського транспорту на навколишнє середовище шляхом впровадження новітніх технологій та практик, спрямованих на зменшення викидів, оптимізацію маршрутів та підвищення ефективності використання ресурсів. Історичний нарис Морського зеленого проходу Одеса-Стамбул є ключовим етапом для розуміння походження та еволюції цього важливого морського транспортного шляху. Через аналіз історичних подій, договорів та інфраструктурних розвитків можна отримати унікальний інсайт у процес формування цього маршруту та його значення для торгівлі, економіки та політики регіону протягом різних етапів історії. "Морський зелений прохід Одеса-Стамбул" є не лише ключовим маршрутом для торгівлі та туризму, але й символом переходу до більш екологічно свідомої морської транспортної системи. Сучасний стан цього проходу відображається у декількох важливих аспектах. З економічної точки зору, обсяги торговельного обміну між Україною та Туреччиною через цей маршрут, а також інвестиції в розвиток портової інфраструктури, є ключовими показниками його ефективності. Досягнення в цих сферах відображає сучасний стан морського проходу та його потенціал для економічного зростання. З екологічної точки зору, важливо оцінити ефективність заходів зменшення викидів та інших негативних впливів морського транспорту на довкілля. Впровадження екологічно чистих технологій та практик у сфері перевезень може значно покращити стан навколишнього середовища та зменшити екологічні ризики. Політичні та геополітичні фактори також можуть впливати на сучасний стан цього проходу. Дипломатичні відносини між Україною та Туреччиною, а також іншими сусідніми країнами, можуть мати значний вплив на розвиток та функціонування цього морського маршруту. Також важливо оцінити транспортні аспекти, такі як ефективність та безпека перевезень через прохід. Розвиток транспортної інфраструктури, безпекові процедури та рівень обслуговування можуть суттєво впливати на ефективність та конкурентоспроможність маршруту. З ростом інтересу до екологічно чистих видів транспорту та туристичних послуг, туристичний аспект "Морського зеленого проходу" стає все більш важливим. Розвиток туристичної інфраструктури та зростання популярності серед подорожуючих може вказувати на позитивні тенденції у розвитку проходу. Отже,

комплексний аналіз сучасного стану дозволяє зрозуміти його потенціал для розвитку та визначити ключові напрямки подальших дій для забезпечення ефективного та сталого функціонування. Аналіз поточного стану Морського зеленого проходу Одеса-Стамбул є важливим етапом для визначення сучасних викликів, переваг та можливостей, що виникають у контексті розвитку цього проекту. Шляхом детального дослідження економічних, екологічних та технологічних аспектів можна встановити напрямки подальшого удосконалення та впровадження стратегій, спрямованих на створення сталого, ефективного та екологічно чистого морського транспортного шляху між Одесою і Стамбулом. Морський зелений прохід Одеса-Стамбул є ініціативою, яка несе значний потенціал у зменшенні негативного впливу морського транспорту на навколишнє середовище. Ця ідея виникла у зв'язку з розростанням торгівлі та зростанням світового обсягу перевезень, відкриваючи перспективу для створення більш екологічно сталих морських маршрутів. Однією з ключових переваг "Морського зеленого проходу" є зменшення викидів CO₂ та інших шкідливих речовин у атмосферу. У порівнянні з іншими видами транспорту, морський транспорт відомий своєю меншою кількістю викидів, що робить його привабливим з екологічної точки зору. Крім того, економія палива є важливим аспектом екологічних переваг морського зеленого проходу. Оптимізація маршрутів та використання більш ефективних двигунів дозволяють зменшити споживання палива та викиди, що не лише сприяє економічній ефективності, але й має позитивний вплив на довкілля. Додатково, зелений прохід може сприяти збереженню морського середовища. Морський транспорт, особливо якщо він використовується з дотриманням екологічних стандартів, має менший вплив на морське середовище, зберігаючи різноманіття морського життя та екосистеми. Важливо також відзначити, що розвиток зеленого морського проходу може стати стимулом для впровадження новітніх технологій та практик, спрямованих на зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище. Це може відкрити шлях для подальшого розвитку екологічно сталих морських перевезень у майбутньому. У цілому, зелений прохід відіграє важливу роль у переході до більш сталої та екологічно свідомої морської транспортної системи, що сприяє збереженню природних ресурсів та зменшенню впливу на зміну клімату. Морський зелений прохід Одеса-Стамбул представляє собою ключовий інструмент для забезпечення сталого розвитку та збереження екосистем морського середовища. Цей проект відкриває можливості для активного зменшення негативного впливу морського транспорту на довкілля шляхом зниження викидів шкідливих речовин та забруднюючих викидів. Підтримка та впровадження екологічно чистих технологій у морській сфері, які стимулюються Морським зеленим проходом, сприятиме створенню збалансованого та сталого середовища, що є основою для збереження біорізноманіття та забезпечення здоров'я морських екосистем для майбутніх поколінь. Розвиток "Морського зеленого проходу Одеса-Стамбул" має значний економічний потенціал, який включає:

Інноваційні технології очищення відходів: Використання передових технологій для очищення скидів та відходів суден допоможе зменшити негативний вплив на морське середовище та зберегти його екологічну чистоту. Вдосконалення систем управління та моніторингу: Використання сучасних систем управління та моніторингу дозволить ефективно відстежувати рух суден, виявляти можливі неполадки та оптимізувати їх експлуатацію з точки зору енергоефективності та безпеки. Електронна документація та автоматизація процесів: Впровадження електронної документації та автоматизація процесів управління суднами дозволить знизити кількість паперової документації та оптимізувати адміністративні процеси, що сприятиме ефективному використанню ресурсів та зменшить викиди CO₂ від друку. Впровадження передових технологій та стратегій управління в "Морському зеленому проході Одеса-Стамбул" сприятиме забезпеченню ефективних, безпечних та екологічно чистих морських перевезень, що сприятиме сталому розвитку регіону та збереженню природних ресурсів. Ця ініціатива позитивно впливає на рівень економічного зростання, зменшення викидів шкідливих речовин та оптимізацію використання природних ресурсів, що забезпечує перспективи для сталого розвитку і благополуччя суспільства в цілому. Морський зелений прохід між Одесою та Стамбулом має багату історію, що сягає далеких часів античності.

Відомий як ключовий маршрут для торгівлі та культурного обміну між Східною та Західною Європою, цей шлях переживав епохальні події, такі як розквіт імперій, війни та дипломатичні переговори. З впливом різних культур на обидві сторони маршруту, він став плацдармом для культурного обміну, інновацій та ідеологічних пристрастей. Сьогодні Морський зелений прохід залишається життєво важливою артерією для торгівлі та економічного розвитку. Із застосуванням сучасних технологій та стратегій логістики, він став більш ефективним і надійним. Проте, необхідно враховувати проблеми щодо безпеки, екологічних викликів та нестабільності в регіоні. Морський транспорт відомий своєю низькою викидами в атмосферу та ефективністю використання ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://unitradegroup.com.ua/uk/perevezennya-vantazhu-sho-shvidko-psuyetsya/>
2. <http://dspace.op.edu.ua/jspui/handle/123456789/13344>
3. <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2020/6/19.pdf>
4. <https://www.village.com.ua/village/city/odessa/257213-zi-stambula-do-odesi-pustili-pasazhirskiy-porom>

УДК629.5.051(045)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ІНТЕГРОВАНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Федотов О.П., *курсант гр. 1405, керівник* **Алексішин А.В.,** *к.т.н., доцент*

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Комп'ютеризовані системи революціонізують містки сучасних суден та морські операції, а також інші сфери застосування навігації. Центральними компонентами в цьому є інтегровані навігаційні системи (Integrated navigation systems, INS) та електронні системи відображення карт та інформації (Electronic chart display and information systems, ECDIS), які надають навігатору розташування об'єкта та відображають його на електронних картах. Цілісність цих систем має велике значення для безпеки, але є маловивченою темою. У цій статті досліджується цілісність навігаційних систем за допомогою огляду відомих кібератак та розгляду криптографічних заходів для забезпечення цілісності навігаційних даних в INS.

Введення

Сучасне обладнання оснащено системами, які взаємопов'язані для забезпечення централізованого доступу до інформації датчиків або команд із робочих станцій з метою підвищення безпеки та ефективності керування відповідним кваліфікованим персоналом. Інтегровані системи зазвичай включають навігаційні системи, системи зв'язку та системи керування двигуном, але також можуть бути системами спостереження, розважальними системами, а у разі військово-морських кораблів – системами контролю пошкоджень та системами озброєння. Комп'ютеризовані суднові

Містки є технологічною революцією в морському судноплаванні. Історично основним завданням навігації було знайти та зафіксувати положення судна, тоді як сьогоднішня навігація відстежує положення судна, отримане навігаційними датчиками та представлене навігаційним програмним забезпеченням.

Ця стаття присвячена інтегрованим навігаційним системам. У INS датчики, що використовуються в навігації, такі як система глобального позиціонування (Global Positioning System, GPS), гіроскоп, датчики глибини і т.д., підключаються до робочих станцій, оснащених програмним забезпеченням (ПЗ) для відображення електронних карт, відомих як електронний дисплей карт та інформаційна система (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS). ECDIS показує положення судна чи іншої техніки на карті, використовуючи дані навігаційних датчиків, а також положення прилеглих об'єктів з урахуванням даних, отриманих через автоматичну ідентифікаційну систему (Automatic identification system, AIS).

На додаток, ПЗ ECDIS має функціональні можливості для планування маршруту та його моніторингу.

Зрозуміло, що цілісність INS має велике значення для безпечних і надійних операцій у сфері навігації. Тим не менш, у літературі з кібербезпеки, що з'являється, про це говориться мало конкретного. Багато з написаного відноситься до загального рівня, наприклад застосування загальних міркувань кібербезпеки до систем або зосередження уваги в основному на політиці. Зокрема, посилання на повідомлення про інциденти, атаки та вразливості зустрічаються рідко, і одні й ті ж кілька прикладів наводяться знову і знову. На рисунку 1 показана волоконно-оптична інтегрована навігаційна система GI1130.

Атаки та інциденти

Найбільшою проблемою, пов'язаною з навігаційними системами, була загроза підміни GPS, тобто атаки, при яких навігаційні системи вводяться в оману передачею помилкових сигналів GPS. У той час як заміна GPS може становити загрозу цілісності розташування GPS, розрахованого GPS-приймачем техніки, і, отже, загрозу цілісності розташування, що відображається на електронних картах об'єкта, це не є загрозою цілісності самої INS.



Рисунок 1. Волоконно-оптична інтегрована навігаційна система

Проте є також приклади загроз цілісності навігаційних систем. Електронні карти часто оновлюються за допомогою флеш-накопичувачів USB. Наприклад, повідомлялося про випадки, коли консоль ECDIS на борту великого танкера була заражена шкідливим програмним забезпеченням, і карти оновлювалися таким чином. INS все частіше підключаються до інтернету для онлайн-оновлення графіків.

У ході демонстрації морської кібербезпеки, проведеної у серпні 2017р., була заражена робоча станція INS за допомогою USB-пристрою,

імітує мишу та клавіатуру. Встановлена шкідлива програма могла перехоплювати та маніпулювати координатами GPS, які передаються на робочу станцію з блоку інтеграції датчиків по мережі. Таким чином, шкідлива програма могла змінити положення, що відображається в ECDIS.

Під час демонстрації експериментували з підключенням невеликого комп'ютера (Raspberry Pi) до комутатора в мережі INS. Відправивши координати GPS в мережу, було показано, що робочі станції не змогли відрізнити координати GPS, відправлених блоком інтеграції датчиків. Крім того, збільшивши частоту передач, фактично можна було перевизначити модуль інтеграції датчиків.

Криптографічні контрзаходи

1) Стандарти продуктивності для INS вимагають, щоб системи здійснювали моніторинг цілісності у формі порівняння між надмірними джерелами навігаційних даних. Хоча цього може бути достатньо захисту від збоїв у роботі пристроїв, цього, мабуть, недостатньо для захисту від кібератак. Якщо INS скомпрометована, немає причин, через які не можна маніпулювати даними з кількох джерел.

2) Далі наведені потенційні криптографічні засоби захисту цілісності даних в INS. Обговорення обмежується даними, що відправляються з блоку інтеграції датчиків на робочі станції, хоча аналогічні проблеми виникатимуть при передачі даних з радара на робочі

станції між робочими станціями або з робочих станцій на автопілот. На основі прототипів INS можуть бути виведені певні вимоги до криптографічних контрзаходів:

3) Здається розумним припустити, що дані поширюються з допомогою багатоадресної розсилки. Таким чином, контрзаходи повинні підходити для багатоадресної розсилки.

4) Хоча було задокументовано, що підключення до Інтернету стає все більш поширеним явищем, це не завжди є позитивним аспектом, тому контрзаходи мають працювати також для автономних систем.

5) Контрзаходи повинні захищати від атак типу "Людина посередині" (Man in the middle, MITM) (маніпулювання або фальсифікація навігаційних даних).

6) Контрзаходи також повинні захищати від повторних атак (захоплення навігаційних даних та повторна передача в пізніший момент часу).

7) Хоча блок інтеграції датчиків можна вважати апаратним пристроєм, робочі станції слід вважати звичайними комп'ютерами, що працюють (потенційно старими і не підключеними). Потрібно, щоб контрзаходи забезпечували захист навіть за злому робочих станцій. На рисунку 2 показано спрощену схему атаки типу MITM на прикладі веб-трафіку.



Рисунок 2. Схема атаки типу MITM

Вимоги (1) та (3) вказують на рішення, що використовує криптографію з відкритим ключем. Відправник (тобто блок інтеграції датчиків) криптографічно підписує повідомлення закритим ключем, тоді як кілька одержувачів (робочих станцій) перевіряють підписи, використовуючи копію відповідного відкритого ключа. Вимогу (4) можна отримати, увімкнувши порядковий номер або позначку часу у підписані повідомлення. Вимога (2) унеможлиблює стандартне рішення інфраструктури відкритих ключів (Public key infrastructure, PKI), що покладається на онлайн-центр сертифікації. Спираючись на дані бездротових сенсорних мереж, видається, що існує два основних варіанти:

- 1) Спрощене рішення PKI з одним кореневим центром сертифікації.
- 2) Схема підпису з урахуванням ідентифікації.

У першому варіанті генерується та встановлюється в блоці інтеграції датчиків ключова пара із захищеного ключа Sk та відкритого ключа Pk . Pk підписується захищеним ключем Sk СА автономного кореневого центру сертифікації для отримання сертифіката C для модуля інтеграції датчиків. C встановлюється в блоці інтеграції датчиків і розподіляється робочими станціями через мережу. Сертифікат центру сертифікації встановлюється на робочих станціях, які використовують для перевірки повідомлень від блоку інтеграції датчиків.

Другий варіант – це схема підпису з урахуванням ідентифікації. У цій схемі секретний ключ Sk генерується автономним центром генерації ключів із випадкового початкового значення, відомого лише центру, та ідентифікатора і блоку інтеграції датчиків (наприклад, серійний номер або MAC-адресу). Як і першому варіанті, Pk встановлюється в блоці інтеграції датчиків, який використовує його для підпису повідомлень. На відміну від першого варіанта, ідентифікатор і сам собою є відкритим ключем. Сертифікат не потрібний, оскільки його

справжність може бути підтверджена перевіркою. і встановлюється на робочих станціях та використовується для перевірки повідомлень блоку інтеграції датчиків.

Залишається одна проблема. В обох випадках цілісність засобу перевірки повинна бути забезпечена після встановлення на робочих станціях, але вимога (5) не дозволяє покладатися на їхню операційну систему (ОС). Передбачається, що рішення може полягати у зберіганні цих значень у захищених від несанкціонованого доступу апаратних модулях безпеки (Hardware security modules, HSM), з яких ECDIS може їх вилучати (або, можливо, виконувати перевірку в захищеному середовищі). Застосування змінних HSM також може полегшити розповсюдження та встановлення сертифікатів. На рисунку 3 показаний апаратний модуль безпеки *nCipher nShieldF3*.



Рисунок 3. Апаратний модуль безпеки

Очевидно, що жоден із варіантів не дає 100% гарантії цілісності навігаційних даних. У сценарії, де робочі станції можуть бути скомпрометовані такі гарантії неможливі. Якщо зломисник може маніпулювати ОС робочих станцій, він потенційно може також маніпулювати навігаційним ПО. Пропоновані криптографічні контрзаходи збільшать рівень безпеки, оскільки можна розумно припустити, що маніпулювання пропрістарним додатком ECDIS буде складніше, ніж маніпулювання недостатньо захищеною установкою ОС Windows.

Висновок

У міру того, як інтегровані навігаційні системи та електронні системи відображення карт та інформації стають стандартом на сучасній техніці, замінюючи традиційні паперові карти, цілісність цих систем стає все більш важливою для забезпечення безпеки операцій. У цій статті було проведено дослідження цілісності доступних зараз INS. Також були розглянуті основні види кібератак і відповідні криптографічні контрзаходи для запобігання різним атакам: спрощене рішення PKI і рішення на основі ідентифікації, обидва в поєднанні з використанням апаратних модулів безпеки. Хоча гарантована безпека недосяжна, криптографічні контрзаходи, описані в загальних рисах, є потенціалом для поліпшення цілісності INS.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дмитрієв В.І. Інформаційні технології забезпечення безпеки судноплавства і їх комплексне використання (e-NAVIGATION) / В.І.Дмитрієв. - М.: Моркнига. - 2013. - 175 с
2. Nosov P.S., Ben A.P., Matejchuk V.N., Safonov M.S. Identification of “Human error” negative manifestation in maritime transport // Radio Electronics, Computer Science, Control. Zaporizhzhia National Technical University, № 4(47). - 2018. Pages 204-213. doi: 10.15588/1607-3274-2018-4-20

3. American Bureau of Shipping (ABS) 2012. Guidance notes on safety culture and leading indicators of safety. January 2017
4. Safety Management Manual (SMM): DOC ICAJ 9859 – AN/460.-Mont-real.Canada,2013
5. Naeem W. A Reactive COLREGs-Compliant Navigation Strategy for Autonomous Maritime Navigation / W. Naeem, S.C. Henrique, L. Hu //1

УДК 629.5.056.8-043.2(045)

ВПЛИВ РОЗВИТКУ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ GALILEO НА ГАЛУЗЬ МОРСЬКОГО ТА РІЧКОВОГО ТРАНСПОРТУ

І.Ю. Фусар, доцент кафедри судноводіння, к.т.н.

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

1. Роль навігаційної системи GALILEO та її удосконалення

1.1 Система GALILEO та її функції

У сучасному світі супутникові навігаційні системи відіграють незамінну роль у щоденному житті мільйонів людей, а також у різноманітних секторах економіки та промисловості. Від точного визначення місцезнаходження транспортних засобів до керування сільськогосподарською технікою та забезпечення безпеки повітряного руху – супутникова навігація є ключовим елементом сучасної інфраструктури. Серед численних систем, що існують сьогодні, система GALILEO, розроблена Європейським Союзом, вирізняється своєю унікальністю та стратегічним значенням.

GALILEO, європейська супутникова навігаційна система, була створена для забезпечення альтернативи та доповнення до американської системи GPS та GLONASS. На відміну від своїх попередників, GALILEO особливо спроектована для цивільного використання та пропонує надзвичайно високу точність, надійність та глобальне покриття. На відміну від американської GPS і GLONASS, система GALILEO не контролюється національними військовими відомствами, проте в 2008 році парламент ЄС прийняв резолюцію «Значення космосу для безпеки Європи», згідно з якою допускається використання супутникових сигналів для військових операцій, що проводяться в рамках європейської політики безпеки. Розробку системи здійснює Європейське космічне агентство. Ще в грудні 2005 року Україна та ЄС підписали угоду про співпрацю в проектах EGNOS та GALILEO. Крім того, укладена Угода про асоціацію між Україною та ЄС, що передбачає серед іншого заходи з розширення покриття систем EGNOS/Galileo в Україні. Повна назва цього технічного об'єкта - контрольно-корегувальна станція RIMS (Ranging and Integrity Monitoring Station).

Супутники GALILEO виводяться на кругові геоцентричні орбіти висотою 23 222 км (або 29 600 км від центру Землі), проходять один виток за 14 год 4 хв 42 с і звертаються до трьох площин, нахилених під кутом 56° до екватора. Довгота вихідного узла кожної з трьох орбіт відхиляється на 120° від двох інших. На кожній з орбіт при повному розгортанні системи буде знаходитися 8 діючих і 2 резервних супутника. Ця конфігурація супутникового групування забезпечує одночасну видимість з будь-якої точки земного шару за крайньою мірою чотирьох апаратів. Часова погрішність атомного годинника, встановленого на супутниках, становить одну мільярдну долю секунди, що забезпечує точність визначення місця прийому близько 30 см на низьких широтах. За рахунок більш високої, ніж у супутника GPS, орбіти, на широті полярного кола буде забезпечена точність до одного метра.

Станом на сьогодні, система GALILEO складається з 32 супутників : 25 активних, 2 у стадії введення в експлуатацію (2024 рік) , 3 виведені з експлуатації, 2 недоступні.

Система Galileo надає чотири види послуг:

- Відкрита служба (OS): відкрита та безкоштовна служба для базових послуг позиціонування та синхронізації.

- Комерційне обслуговування (CS): покращене обслуговування з покращеними рівнями гарантованої продуктивності. Пропозиції CS можливість шифрування сигналу, щоб зменшити ризик порушення активних сигналів або сфабрикованих.
- Регульована державою послуга (PRS): служба обмежена для користувачів, уповноважених урядом, для конфіденційних програми, які потребують високого рівня безперервності обслуговування. Ця послуга призначена для використання лише затверджені органи.
- Служба пошуку та порятунку (SAR): європейський внесок у міжнародний пошук та порятунок у разі лиха, система виявлення сповіщень (COSPAS-SARSAT).

1.2 Galileo High Accuracy Service

Важливою віхою у розвитку Galileo є запровадження Galileo High Accuracy Service (HAS), який представляє собою вільно доступний сервіс, здатний забезпечувати надзвичайно високу точність визначення місцеположення – до кількох сантиметрів. Така точність досягається завдяки передовим технологіям та інфраструктурі, яка включає не лише супутники, але й мережу наземних станцій по усьому світу.

Galileo High Accuracy Service (HAS) є інноваційним компонентом європейської супутникової навігаційної системи Galileo, розробленим з метою надання користувачам послуг високоточної навігації. Цей сервіс забезпечує покращену точність визначення місцеположення, досягаючи показників в декілька сантиметрів, що становить значний прогрес порівняно з традиційними навігаційними системами, які зазвичай пропонують точність на рівні метрів.

Основою для реалізації такої високої точності в Galileo HAS є сукупність технологій та інфраструктури, яка включає в себе супутники системи Galileo та мережу земних станцій, розташованих по всьому світу. Дані, отримані з цієї інфраструктури, обробляються та надсилаються користувачам у реальному часі, забезпечуючи не тільки високу точність, але й надійність навігаційних послуг.

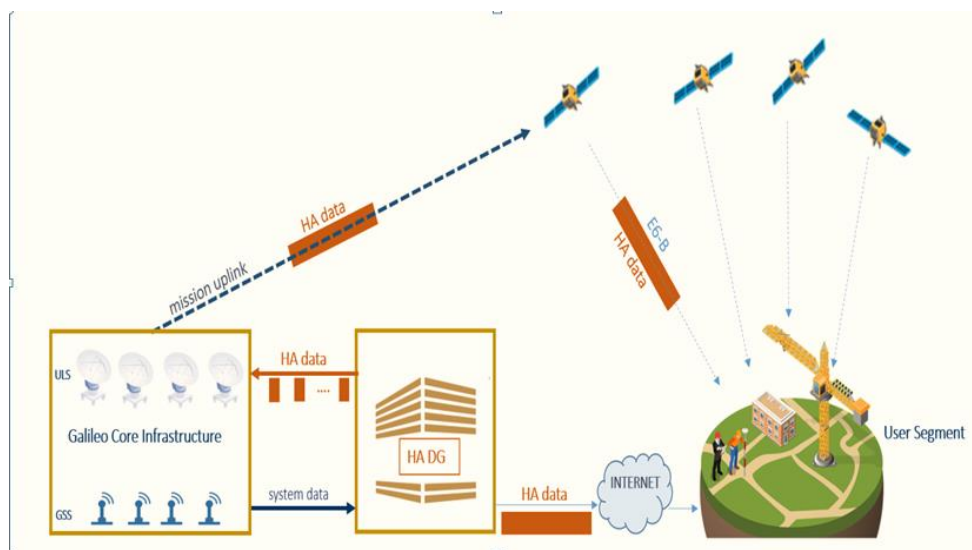


Рисунок 1 – Елементи системи GALILEO, що беруть участь у створенні, забезпеченні та експлуатації сервіса Galileo HAS

Galileo HAS пропонує два основні типи послуг: безкоштовний сервіс, який надає дані високої точності широкому колу користувачів, та комерційний сервіс, що пропонує додаткові можливості та покращену точність для спеціалізованих застосунків. Ця гнучкість робить Galileo HAS адаптованим до різноманітних потреб та дозволяє його використання у широкому спектрі галузей, зокрема в морській індустрії.

Однією з ключових переваг Galileo HAS є його незалежність та висока стійкість до перешкод, завдяки чому система забезпечує високу надійність навігаційних даних, навіть у складних умовах. Точність безкоштовного сервісу Galileo HAS оцінюється в межах 10-20 см, та система має доступність 90% часу, а після повного запуску плануємого у поточному 2024 році, система стане доступною на 99% часу. Ця характеристика є особливо важливою для критичних застосунків, де висока точність та надійність є ключовими вимогами.

	Service Level 1 (SL1)	Service Level 2 (SL2)
 Coverage	Global	European Coverage Area (ECA)
 Corrections	Orbit, clock, biases (code and phase)	Orbit, clock, biases (code and phase) + atmospheric corrections
 Format	Open format similar to Compact- CSSR	
 Dissemination	Galileo E6B using 448 bits per satellite per second / terrestrial (internet)	
 Constellations	Galileo and GPS	
 Corrected Frequencies	Galileo E1/E5a/E5b/E6/E5 AltBOC GPS L1/L5/L2C	
 Horizontal Accuracy (95%)	<20cm	<20cm
 Vertical Accuracy (95%)	<40cm	<40cm
 Convergence Time	<300s	<100s
 Availability	99%	99%
 User HelpDesk	24/7	24/7

Рисунок 2 – Основні характеристики сервісу Galileo HAS для забезпечення Service Level 1 та Service Level 2

Висновки

1. Завдяки своїм унікальним характеристикам, **Galileo HAS** відкриває нові можливості для розвитку інноваційних застосунків і є важливим інструментом для підвищення ефективності та безпеки в широкому спектрі галузей. Очікується, що з розвитком та популяризацією цього сервісу, Galileo HAS стане незамінним елементом глобальної навігаційної інфраструктури, сприяючи прогресу та інноваціям у найближчі 5-10 років.

2. Розвиток і впровадження Galileo HAS відкриває нові горизонти для європейської індустрії, науки та повсякденного життя, пропонуючи перевірешню точність та надійність. В морській галузі ця система активно планує бути впроваджена та сприяти розвитку та покращенню наступної морської діяльності: портові операції, портова та річкова батиметрія, дослідження прибережного рел'єфу та річкового дна, операції на офшорному флоті з використанням динамічного позиціонування, експлуатація автономних надводних суднів.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.euspa.europa.eu/> - The European Union Agency for the Space Programme (official web-site)
2. <https://www.esa.int/> - The European Space Agency (official web-site)
3. Parkinson; Spilker (1996). The global positioning system. American Institute of Aeronautics and Astronautics. ISBN 978-1-56347-106-3.

4. Lawrence, Deborah - "FAA Global Navigation Satellite System Update, ICG-6" . Retrieved November 23, 2022.
5. <https://uk.wikipedia.org/galileo/>
6. <https://www.gsc-europa.eu/galileo>

УДК 629.5.05.(045)

ВИКОРИСТАННЯ РЕФЕРЕНТНИХ СТАНЦІЙ В НАВІГАЦІЇ

Хрущ М., курсант гр. 1302, керівник **Авраменко Є.О.**

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Сучасний стан та розвиток водного транспорту визначаються багатьма взаємопов'язаними факторами, серед яких ефективне використання водних шляхів та вдосконалення автоматизованих систем керування рухом суден (АСКРС). Удосконалення АСКРС в умовах модернізації інфраструктури морської та річкової галузі необхідно в умовах впровадження нових форм і видів інформаційної взаємодії.

Одним з головних елементів АСКРС є система навігації і позиціонування, в тому числі, супутникова. Удосконалення цієї системи є необхідним етапом на шляху розвитку транспортної галузі. Широке впровадження супутникових технологій дозволить підняти на більш високий рівень забезпечення транспортної безпеки на водних шляхах як при розстановці навігаційних знаків [1], так і судноводіння [2].

На тлі загальної глобалізації технології дуже швидко застарівають. Наприклад, ще 10 років тому в Україні було офіційно всього три системи координат: СК-95, WGS 84 і місцева система координат (МСК) регіону, району або населеного пункту. Але їх точності на даний момент не вистачає. Потужності супутникових систем для вирішення цієї проблеми поки залишають бажати кращого.

Аналіз останніх досліджень і публікацій в яких започатковано розв'язання даної проблеми і виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

Рішенням проблеми стала технологія референтних станцій, яка забезпечує диференціальний режим визначення координат об'єкта.

Нажаль, в Україні технології референтних станцій в системі управління водним транспортом ще не знайшли належного застосування. Так, на сьогоднішній момент в Україні введена в лад пілотна комерційна мережа референтних станцій для забезпечення високої точності визначення координат - до одиниць сантиметрів - з використанням сигналів від глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС).

Нині, в Державному космічному агентстві України (ДКАУ), існує пілотна мережа референтних станцій, яка розгорнута оператором мережі - українсько-швейцарським СП System Solutions - і на сьогоднішній день покриває Київ і Київську область.

В жовтні 2014 року в Головній астрономічній обсерваторії НАН України було підписано Угоду про створення Національної об'єднаної мережі українських референтних станцій глобальних навігаційних супутникових систем.

Національна мережа референтних станцій ГНСС створена в інтересах впровадження і розвитку в Україні технологій та сервісів точного позиціонування і навігації, які забезпечать високоточною диференціальною коректувальною інформацією користувачів ГНСС державних установ у сфері оборони і національної безпеки, охорони правопорядку і надзвичайних ситуацій, а також при виконанні наукових досліджень.

Мережа об'єднала 78 перманентних базових станцій, що дозволило забезпечити доступ до високоточної коректувальної інформації на більш ніж 90% території країни.

В об'єднану мережу увійшли: мережа станцій системи координатно-часового та

навігаційного забезпечення України Державного космічного агентства України; ГНСС-станції, встановлені в рамках Державної програми створення Державної служби єдиного часу і еталонних частот, що знаходяться в розпорядженні Головної астрономічної обсерваторії (ГАО) НАН України; станції мережі активних референтних ГНСС - станцій «System.NET», що належать ПрАТ «Систем Солюшнс».

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Розглянути та проаналізувати вплив референтних станцій на точність визначення місця об'єкта при навігації на водних шляхах.

Виклад матеріалу досліджень з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Всі *референтні* системи побудовані на основі забезпечення роботи супутникових систем в так званому *диференціальному* режимі.

Диференціальний режим реалізується за допомогою контрольного навігаційного приймача системи ГНСС, розташованого на базовій станції (мал.1).

Точність визначення координат споживача, яку забезпечують системи ГНСС, становить близько 10 м. Однак в багатьох випадках, таких як навігація суден на вузьких фарватерах, геодезії, навігації літальних апаратів, подібна точність є недостатньою. Для збільшення точності визначення місцезнаходження був запропонований метод диференціальної навігації, який забезпечує точність до декількох десятків сантиметрів.

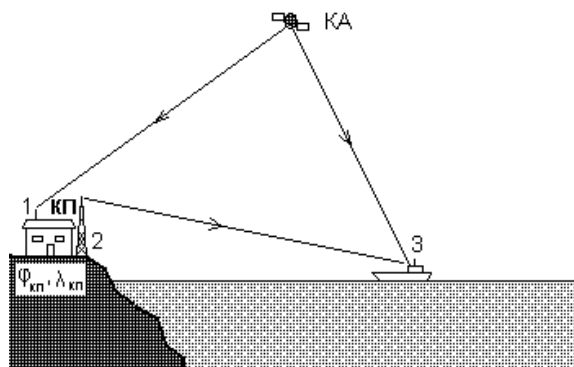


Рис.1. До суті диференціального режиму

Сутність диференціального режиму полягає в наступному - у виконанні вимірювань координат двома приймачами: один приймач GPS (1) встановлюється на базовій (контрольній) станції - контрольному пункті (КП) з відомими *геодезичними* координатами $\varphi_{кп}, \lambda_{кп}$ (див.мал.1), а інший – у визначеному місці, наприклад, на судні (3). [3].

Оскільки відстань від ШСЗ до приймачів значно більше відстані між самими приймачами, можна вважати, що умови прийому сигналів обома приймачами практично однакові. Отже, величини помилок також будуть близькі.

Ідея полягає в тому, що на КП опорні прийомоіндикатори ГНСС, що вимірюють псевдо дальності до космічного апарату (КА), розраховують точні дальності (за точними координатами пункту та КА). Розраховуються і псевдо координати, поправки до координат чи дальностей. Ці поправки передаються по радіо до споживачів, що знаходяться поблизу (морські судна - 3) (мал.1). Використовуючи виправлення, приймачі визначають навігаційні параметри з високою точністю.

Порівнюючи відомі координати (отримані в результаті прецизійної геодезичної зйомки) з виміряними координатами приймачем та розраховані дальності, базовий навігаційний приймач формує поправки, які передаються споживачам по каналах зв'язку.

Ці поправки виключають кореговані похибки, основними із них є:

- похибки ефемерид (положення КА);
- похибки неузгодженості шкал часу КА та приймачів;
- похибки за умови поширення радіохвиль - іоносферна та тропосферна;

- геодезичні похибки.

Приймач споживача враховує прийняті від базової станції поправки при вирішенні навігаційної задачі. Це дозволяє визначити його координати з точністю до одного метра.

Розрізняють два методи обчислення поправок:

- метод корекції координат, коли в якості диференціальних поправок з базової станції передають добавки до вимірних в обумовленому пункті координатами. Недоліком цього методу є те, що приймачі базового і визначуваного пунктів повинні працювати по одному робочому сузір'ю ГНСС. Це незручно, оскільки всі споживачі, що використовують диференціальні поправки, повинні працювати за одними і тими ж штучними супутниками Землі (ШСЗ);

- метод корекції навігаційних параметрів, при використанні якого на базовій станції визначаються поправки до вимірюваних параметрів (наприклад, псевдо дальність) для всіх супутників, які потенційно можуть бути використані споживачами. Ці поправки передаються споживачам і враховуються при вирішенні навігаційної задачі. Недоліком цього методу є підвищення складності апаратури споживачів (мал.2).

Результати, отримані за допомогою диференціального методу, в значній мірі залежать від відстані між споживачем і базовою станцією. Застосування цього методу найбільш ефективно, коли переважаючими є систематичні помилки, обумовлені зовнішніми (по відношенню до приймача) причинами. Ці помилки в значній мірі компенсуються при близькому розташуванні базової станції і приймача споживача. Тому зона обслуговування базової станції становить не більше 500 км.

Передача диференціальних поправок від базової станції до споживача може здійснюватися за допомогою радіозв'язку, по системам супутникового зв'язку (наприклад, INMARSAT), а також з використанням технології передачі цифрових даних RDS (Radio Data System) на частотах FM-радіостанцій. В даний час в багатьох країнах вже діє розвинена мережа базових (диференціальних) станцій, постійно транслюючи поправки на певну територію.

Наприклад, в США диференціальні поправки передаються береговою охороною через морські радіобуї, що працюють на частотах (283,5...325,0) кГц.

Супутникова **референтна** станція (CPC), система якої приведена на (мал.2), призначена для забезпечення даними **диференціальної корекції** при відзначенні точного місця розташування об'єктів за допомогою Глобальних Навігаційних супутникових систем (ГНСС). CPC надає дані в режимі реального часу (Real Time Kinematic) для подальшої післяобробки (Post Processing) [4].

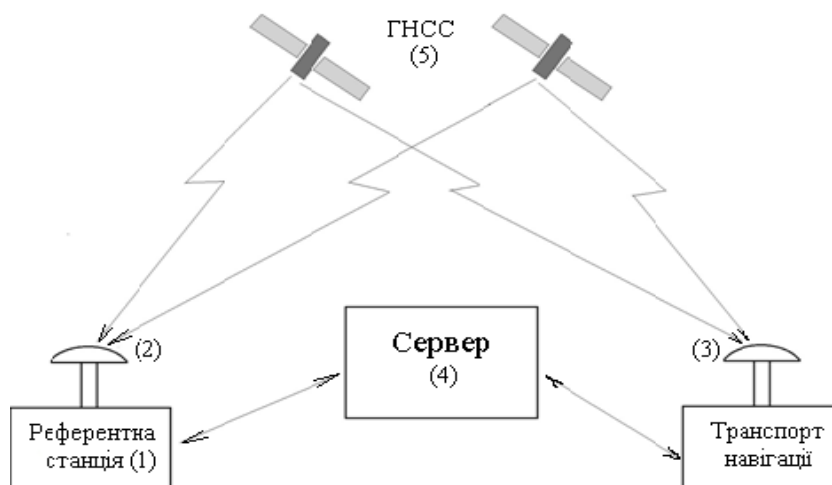


Рис. 2. Структура системи референтних станцій

До складу референтної станції входять: жорстко закріплена на спеціальному пілоні

антена (мал.2,«2»), наприклад, приймачі GPS«Навстар» (один працюючий безпосередньо з самою станцією (мал.2,«1») і другий - бортовий (мал.2,«3»)). Для управління референтними станціями і формування вимірювальної і коректувальної інформації супутникового позиціонування *служить сервер з програмним забезпеченням* (мал.2,«4»). Дані для роботи в режимі реального часу *надаються через мережу Інтернет*. Референтні станції мають «жорстко» зафіксовані за ними координати [3].

Технологія роботи полягає в наступному. В межах часу робіт (моніторингу транспортного засобу) вибирається інформація, отримана з супутника ГНСС (мал.2,«5») синхронно кожною з референтних станцій і бортовим приймачем (переносним) в деякі моменти $0, t, \dots, t_n$. За цими даними обчислюються координати бортового приймача, потім визначаються середні значення координат в кожний з моментів $t_j (j=0, n)$ (λ, φ, h - відповідно довгота, широта і висота).

Як здійснюються вимірювання? Вимірювання координат центра бортового приймача виробляються з дискретністю 0,5с, а вимірювання референтних станцій з дискретністю 1с. Потім за координатами, обчисленими від референтних станцій, виконується інтерполювання на моменти, кратні 0,5с. Отримані результати порівнюються з відповідними координатами, отриманими від бортового приймача з дискретністю 0,5с. Різниця між ними містить помилки вимірювань і інтерполяції [3]. Помилки вимірів оцінюються за різницями координат, обчислених за вимірюваннями бортового приймача і референтних станцій в моменти, кратні 1с. Виключаючи із загальної помилки помилку вимірювань, виходить помилка інтерполяції на моменти, кратні 0,5с. Зазвичай ця помилка становить (0...4) см.

На водному транспорті система точного позиціонування має безліч застосувань: днопоглиблювальні роботи, запобігання та попередження аварій на водному транспорті, контроль швартування суден та ін.

Область застосування референтних станцій, крім систем навігації водного транспорту, досить широка [5]:

- встановлення меж адміністративно-територіальних утворень;
- геодезичне забезпечення гірничо-геологічних робіт, пов'язаних з освоєнням корисних копалин;
- геодезичне забезпечення будівництва доріг і трубопроводів;
- рішення задач лісовпорядкування;
- рішення задач високоточної навігації і диспетчеризації наземних, річкових і повітряних транспортних засобів;
- координатно-часове забезпечення пошуково-рятувальних робіт;
- моніторинг надзвичайних ситуацій;
- геодезичне забезпечення сільськогосподарських робіт (аж до управління машинами і агрегатами, сільськогосподарського призначення).

Дані, одержувані від референтних станцій, вірні й надійні. Точні навігаційні системи - це технології майбутнього. Їх застосування є однією з головних тенденцій розвитку сучасної науки і промисловості.

Висновки і перспектива подальшої роботи по даному напрямку

Зміст статті буде корисним судноводіям при навігації в обмежених умовах: у каналах, при плаванні по річках, у вузьках; для забезпечення необхідної точності при проведенні днопоглиблювальних робіт та інших роботах, де потрібна висока точність визначення місця розташування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стандарт RTCM 10402.3 версія 2.3, розроблена спеціальним комітетом Ради Технічної Комісії Морських Сервісів (RTCM104) 20.08.2011 г.
2. .Нырков А. П. Безопасность информационных потоков в АСУДС /Нырков А. П., Викулин П. В. // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы, 2010.- № 4, с.78-82.

3. Демиденко П.П. Судовые радиолокационные и радионавигационные системы: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. - О. Феникс, 2016. - 368 с.
4. Каретников В. В., Сикарев А. А. Топология дифференциальных полей и дальность действия контрольно-корректирующих станций высокоточного местоопределения на внутренних водных путях, - СПб.: СПГУВК, 2008. - 353 с.
5. Вагущенко Л.Л. Інтегровані системи ходового містка: Нав.посіб./ОНМА. Латстар, 2003.- 170с.

УДК 656.61:623.8:004.94

МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ РАЙОНІВ БЕЗПЕЧНОГО МАНЕВРУВАННЯ В ОБМЕЖЕНИХ ЗОНАХ ПОРТІВ І ПІДХОДІВ ДО НИХ

Хуссейн Ю.М., аспірант

*Київський інститут водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного
Державного університету інфраструктури та технологій (Україна)*

Вступ. У процесі створення систем підтримки прийняття рішень (СППР) для безпечного маневрування у портах та підходах до них надійним інструментом є морське моделювання в оцінці навігаційної безпеки судна у гаванях і фарватерах. Особлива увага при цьому акцентується на маневреності суден і можливості виникнення і ліквідації аварійних ситуацій з урахуванням людського фактору і умов навколишнього середовища. При цьому важливими кроками є симулювання маневрування судна для отримання даних про його рух та оцінка на основі цих даних навігаційних ризиків на водному шляху.

Актуальність теми. Для моделювання руху суден та оцінки ризиків зіткнення суден часто застосовували байєсівську мережу [1]. У подальшому байєсівську мережу інтегровано з технікою ретроспективного та прогнозного аналізу когнітивних помилок [2]. Останні дослідження зосереджені на використанні даних AIS з моделювальною технікою для верифікації та калібрування режимів оцінки ризику [3, 4] та марковського підходу до моделювання та Марковського ланцюга Монте-Карло [5]. Недостатня вивченість питань щодо застосування історичних даних про сліди суден і ліквідації наслідків аварій роблять перспективним напрямом розробку моделей для роботи на нових водних шляхах.

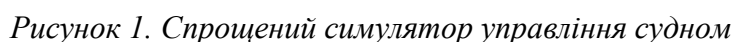
Створення СППР є необхідним кроком для розробки симулятора управління судном для оцінки ризиків водного шляху. Симуляції управління судном у реальному часі повинні виконуватися для широкого спектру станів навколишнього середовища (згрупованих у сценарії) та кількох повторень для кожного стану в масштабі реального часу. Звідси виникає питання про те, як оцінити ймовірність аварії судна протягом терміну експлуатації проекту водної артерії, так званий «загальний ризик». Узагальнення результатів моделювання слідів суден у реальному часі для довгострокових досліджень дозволяє усунути недолік методу симулятора управління судном. Розширення результатів експериментів з моделювання в реальному часі та застосування до аналізу ризиків все ще залишається актуальним завданням.

Багато авторів узагальнювали дані в аспекті зіткнень декількох суден, спробували вивчити складний взаємозв'язок між характеристиками руху, умовами навколишнього середовища та частотою зіткнень суден, використовуючи дані AIS [6, 7], розглянули основні елементи зіткнення суден за допомогою математичної моделі для оцінки ризику та змодельовали оцінку зіткнення на основі інформації AIS [8].

Таким чином, розроблення моделі визначення районів безпечного маневрування в обмежених зонах портів і підходів до них з метою підвищення безпеки судноплавства є актуальним завданням.

Постановка задачі. Симулятор управління судном являє собою комп'ютерну систему, яка імітує реальну роботу судна в різних умовах маневрування в режимі реального часу та відображає візуальну та звукову обстановку з навігаційного містка (рис. 1). Удосконалений симулятор судна містить моделі судна, змодельований навігаційний канал, вплив на

Динамічна модель судна базується на сукупності гідродинамічних рівнянь руху, пов'язаних з використовуваною системою координат. Модель ураховує динаміку корпусу судна, тягу двигуна, впливу крен та мілководдя, течій, ударів вітру та хвиль тощо.



Найбільш важливими даними та результатами, отриманими на симуляторі, є:

- трековий графік, тобто двовимірний графік, який містить контур русла і положення судна через задані проміжки часу;
 - таблиці часових рядів різних змінних (довжина шляху, кути нахилу керма, швидкість судна, швидкість повороту, оберти двигуна тощо) протягом моделювання;
 - графіки проходження шляху і межі русла, наведені на двовимірному графіку.
- Тобто рух суден на водних шляхах є основним джерелом статистичних даних.

Тобто рух суден на водних шляхах є основним джерелом статистичних даних.

Симуляції в реальному часі проводяться судноводіями для навігації змодельованого судна по змодельованому водному шляху в масштабі реального часу. Інтерпретація траєкторії руху імітованого судна дає уявлення про різні навігаційні фактори (характеристики течії і розміри водного шляху) й аспекти безпеки (ризик посадки на мілину або зіткнення). Зазвичай аналіз траєкторій в реальному часі спрямований на пошук параметрів реакції судна (включаючи людський фактор) на основі:

- розподілу відстаней траєкторій судна (центр ваги і скулові частини судна) відносно центру водного шляху;
- розподілу курсів суден;
- розподілу швидкості суден (горизонтальної, вертикальної і кутової).

Одним з найважливіших показників для оцінки ризиків, пов'язаних з проектуванням ширини водного шляху, є ймовірність аварій суден на кожній з ділянок водного шляху.

Моделювання зазвичай проводиться серіями, що виконуються в різних метеорологічних умовах, кожна з яких складається з декількох випробувань, які можуть бути присутніми під час плавання судна по водному шляху. Різні комбінації умов навколишнього середовища поділяються на різні класи («сценарії маневрування»), за ступенем впливу на маневреність судна. Моделювання в реальному часі було виконано для умов навколишнього

середовища, які згруповані в три сценарії (екстремальні, нормальні та помірні умови) з виконанням кількох прогонів для кожного сценарію.

На рис. 2 показано розподіл відстані траєкторії судна відповідно до трьох сценаріїв маневрування. Зразки слідів суден добре описуються нормальним гаусівським розподілом.

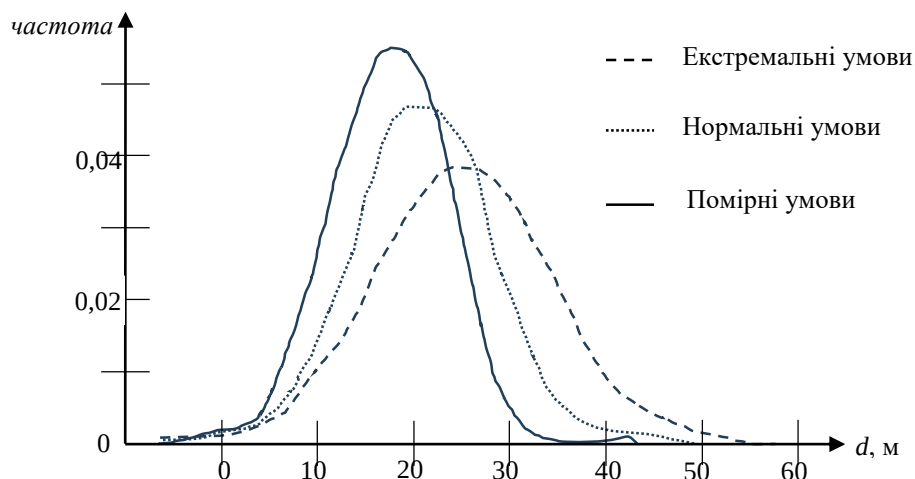


Рисунок 2. Функція щільності відстані від центру каналу

Складність існуючих систем вимагають побудови спеціалізованих моделей, що враховують рух суден, гідрометеорологічні умови, параметри акваторії та ін. Більшість з цих параметрів є випадковими і прості аналітичні методи не підходять. Також на ці моделі серйозно впливає людський фактор (ймовірність помилки судноводія). Моделювання таких систем може здійснюватися за допомогою методів імітаційного моделювання, зокрема методів Монте-Карло. Загалом існуючі моделі можна розділити на три такі класи:

1. Загальні імовірнісні моделі параметрів зони маневрування судна;
2. Моделі причинно-наслідкових зв'язків;
3. Моделі характеристик судна.

Для пошуку зв'язку між середньою площею безпечного маневрування та шириною судна (B) було обрано просту лінійну регресійну модель. Ширина судна була обрана тому, що вона є найбільш значущим фактором, що впливає на ширину водного шляху. Інші фактори, наприклад доступна ширина акваторії для маневрування, довжина судна, маневреність судна, вплив вітру або течії є менш важливими.

Аналогічна модель була побудована для знаходження залежності середньоквадратичного відхилення ширини доступної ділянки фарватеру.

Для визначення середнього значення та стандартного відхилення максимального віддалення судна від середини водного шляху було застосовано метод множинної регресії.

Основною проблемою при побудові таких моделей є внутрішня кореляція між незалежними змінними. У запропонованій моделі внутрішня кореляція проявляється між довжиною і шириною судна (найбільша кореляція), шириною судна і коефіцієнтом маневреності, а також шириною доступної акваторії і шириною судна. У моделі ширина доступної акваторії є незалежною змінною, що має велике значення. Чим менша доступна ширина, тим з більшою впевненістю і точністю потрібно виконувати маневр і з меншою толерантністю до помилок, коли зростає ймовірність зіткнення. Це також зменшує свободу маневру, і лише деякі методи маневрування є ефективними та безпечними.

Але модель є чутливою до параметрів регресії і деякі незалежні змінні мають несуттєвий вплив на наведену модель, в основному через складність поведінки суден і занадто

малий розмір вибірки. Така модель може бути використана для оцінки ймовірності зіткнення судна з технічними спорудами.

Моделі, засновані на множинній регресії, показали, що необхідний подальший аналіз з використанням більшої кількості імітаційних даних.

Отже розробка методу із застосуванням моделей ARMAX і напівмарковських дозволяє здійснювати довгострокове прогнозування навігаційних ризиків на обмежених водних шляхах. Інформація, якої не вистачає при моделюванні в реальному часі через обмежену кількість випробувань, може бути реалізована в запропонованих моделях, що забезпечує більш точні показники поведінки системи. Однак метод обмежений проблемою, коли траєкторії проходження суден є «стаціонарними» випадковими процесами.

Ланцюги Маркова і напівмарковські моделі використовують набір даних, що спостерігаються в реальному часі, для прогнозування поведінки системи в майбутньому шляхом генерування випадкової послідовності, яка містить закономірності характеристик даних. Нехай маємо скінченну множину кутів повороту керма $R = [r_1, r_2, \dots, r_k]$ (градусів), представлених станами керма $S = [1, 2, \dots, k]$, які виникають у випадкові моменти часу, а $p(i, j)$ – ймовірність переходу судна зі стану i (при куті повороту керма r_i) в момент часу t_i до стану j (при куті повороту керма r_j) в момент часу t_j . Ланцюг Маркова – це дискретний стохастичний процес, де умовна ймовірність будь-якої майбутньої події залежить тільки від поточного стану. Ланцюг Маркова можна розширити до напівмарковської моделі, врахувавши час, протягом якого рульовий переводив кермо зі стану i в стан j і утримував його в кожному з цих станів.

Висновки. В основному отримані результати стосуються параметрів безпечних зон маневрування, необхідних суднам, включаючи аналізи, засновані на лінійній багатокритеріальній регресії. Наведені нові моделі середнього і стандартного відхилення району маневрування суден і обговорено їх застосовність. Ці моделі є утилітарними і надають дані для аналізу потенційних ризиків. Крім того, запропонований підхід дозволяє оцінити якості маневрування судна, включаючи рух керма і аналіз курсу.

Основна увага приділена розробці методу із застосуванням напівмарковських моделей, які можуть бути використані для довгострокового прогнозування навігаційних ризиків на обмежених водних шляхах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Martins, M.R., Maturana, M.C., 2013. Application of Bayesian Belief networks to the human reliability analysis of an oil tanker operation focusing on collision. Reliab. Eng. Syst. Saf. 110, 89–109.
2. Sotiralis, P., Ventikos, N.P., Hamann, R., Golyshev, P., Teixeira, A.P., 2016. Incorporation of human factors into ship collision risk models focusing on human centred design aspects. Reliab. Eng. Syst. Saf. 156, 210–227.
3. Chen, P., Mou, J., van Gelder, P.H.A.J.M., 2017. Risk assessment methods for ship collision in estuarine waters using AIS and historical accident data. In: Guedes Soares, Teixeira (Eds.), Maritime Transportation and Harvesting of Sea Resources. Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-8153-7993-5.
4. Rolf, J. Bye, Asbjørn, Gilberg, 2018. Maritime navigation accidents and risk indicators: an exploratory statistical analysis using AIS data and accident reports. Reliab. Eng. Syst. Saf. 176, 174–186.
5. Shahrzad, Faghih-Roohi, Xie, Min, Ng, Kien Ming, 2014. Accident risk assessment in marine transportation via Markov chain modelling and Markov chain Monte Carlo simulation. Ocean Eng. 91, 363–370, 2014.
6. Chen, P.F., Huang, Y.M., Mou, J.M., van Gelder, P.H.A.J.M., 2019. Probabilistic risk analysis for ship-ship collision: state-of-the-art. Saf. Sci. 117, 108–122.
7. Weng, J., Liao, S., Wu, B., Yang, D., 2020. Exploring effects of ship traffic characteristics and environmental conditions on ship collision frequency. Marit. Pol. Manag. 1–21.

8. Nguyen, M., Zhang, S.F., Wang, X.Y., 2018. A novel method for risk assessment and simulation of collision avoidance for vessels based on AIS. Algorithms 11 (12).

УДК 528.28: 656.61.052

РОЛЬ ПОПРАВКИ КОМПАСА В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ СУДНОВОДІННЯ

Чайковський К.О., курсант гр. 1201, керівник Северін Вас. В., ст. викладач.

Національний університет «Одеська Морська Академія», Україна

Вступ

Сучасні курсопоказники – компаси, мають високу точність і надійність. Це гіроскопічні, лазерні, електронні та супутникові компаси. Вони, як і будь-яка техніка, колись можуть вийти з ладу, і не має гарантії що таке не трапиться сьогодні на вашій вахті. Така ситуація б привела б до того, що судно може рухатись на небезпеку (скеля, мілина, тощо). Тому виключення такої ситуації керівні міжнародні і внутрішні регламентуючі документи передбачають конкретні вимоги і заходи для запобігання таких, дуже небезпечних моментів, що могло б привести до втрати судна, вантажу і навіть загибелі людей. Сьогодні, сучасні судна, зазвичай, обладнанні головним магнітним компасом (Англійською – Mastercompass) і гірокомпасом, за показаннями якого виконується управління судном і весь процес судноводіння (навігації). Подеколи може бути ще один магнітний шляховий компас. Рекомендації штурманської служби на морських судах та вимоги керівних документів Міжнародної морської організації (ІМО), зобов'язують судноводіїв виконувати щогодинні звірення головного магнітного компаса з гірокомпасом. Окрім того, такі звірення мають бути виконанні на початку вахти та після повороту на інший курс. Незважаючи на звірення компасів, судноводій має визначити незалежним способом поправку компаса (ΔK) кожної вахти (згідно до вимог Міжнародної морської організації (STCW Convention, CodeSection A-VIII/2, Part 4 – Watchkeepinatsea)) тобто кожні чотири години. Такі правильні заходи справедливо сприяють запобігання небезпеки.

При плаванні поблизу берегів, ΔK можна визначити навігаційними способами, наприклад по створах орієнтирів. При віддалені від узбережжя, в океані чи у відкритому морі – тільки за небесними світилами. Навігаційна безпека плавання значною мірою залежить від точності вимірювання напрямку в морі, котра переважно визначається точністю знання поправок курсопоказників. Ця обставина визначає необхідність систематичного визначення поправки поправок компасов. Сутність усіх методів визначення поправки компасов єдина і полягає у порівнянні напрямку, вимірюного за допомогою компаса (компасного напрямку) з істинним значенням цього ж напрямку за формулами $\Delta GK = ИП - КПгк$; $\Delta K = ИК - ККгк$ (1)

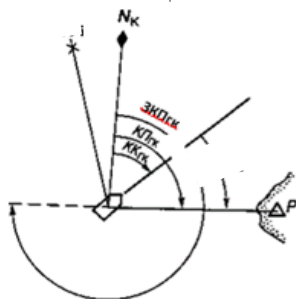


Рис. 1.

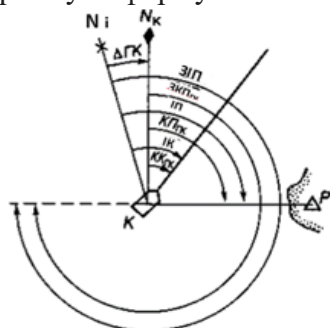


Рис. 2.

ЗКПгк – зворотній гірокомпасний пеленг

Кі, К – компасний пеленг гірокомпаса

ККгк – компасний курс гірокомпаса

ЗП – зворотній істинний пеленг

ИП – істинний пеленг

ИК – істинний курс

ΔK – поправка гірокомпаса

Існують різні способу для визначення поправку компаса (ΔK), нижче будуть розглянуті декілька з них: навігаційними способами, астрономічними методами, по пеленгу навігаційного створу.

Навігаційний метод У навігації дельта К (ΔК) — це поправка, яка враховує відхилення фактичного положення об'єкта від розрахункового через вплив зовнішніх факторів, таких як відмінності в гравітаційному полі Землі або нерівномірність поверхні. Цей метод допомагає враховувати похибки, спричинені гравітаційними та топографічними відхиленнями, і дозволяє точніше орієнтуватися під час плавання або польоту.

Астрономічний метод основними моментами визначення ΔК астрономічній навігації є

1. Астрономічні спостереження (використовуються такі небесні тіла, як зірки, Сонце, Місяць або планети, щоб обчислити астрономічну широту і довготу.)
2. Розрахунок різниці координат (обчислюється відхилення між астрономічними координатами і тими, що вказані на карті, щоб визначити місце розташування з більшою точністю).
3. Застосування дельта К (дозволяє визначити поправки для зниження похибок, спричинених, наприклад, нерівномірністю гравітаційного поля Землі або похибками в інструментах.)

По пеленгу навігаційного створу. Навігаційний створ являє собою систему з двох чи трьох орієнтирів, розміщених на лінії з відомим істинним напрямком. Напрямок лінії створу показують на картах і вказують в навігаційних посібниках. Для визначення поправки компаса судно лягає на курс з таким розрахунком щоб перетнути лінію створу.

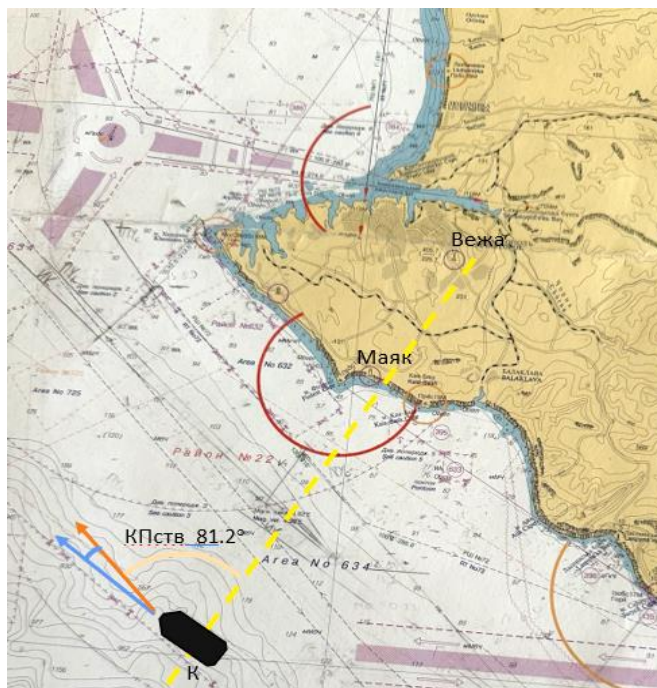


Рис. 3. Приклад пеленгування лінії створу

Важливе місце в забезпеченні безпеки судноводіння має регулярне визначення поправки курсопоказників (компасів). Згідно за вимогами International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW), судноводій має звірити показання головного магнітного компаса з показаннями робочого, зазвичай, гірокомпаса, заступаючи на вахту, кожної години та після повороту на новий курс.

Не зважаючи на звирення, STCW вимагає визначити поправку компаса незалежним способом. Зазвичай, при плаванні уздовж узбережжя, за умови видимості навігаційних орієнтирів, поправку компаса визначають одним із навігаційних способів. Найкраще за пеленгом створу. Якщо створи не нанесені на карту то самостійно судноводій вибирає два підходящих орієнтира і з'єднавши їх, олівцем проводить лінію створу. Це буде істинний пеленг (ІП) створу. В момент фактичного перетину лінії створу пеленгуємо лінію створу, це буде компасний пеленг (КП) створу. Далі поправка компаса

$$\Delta K = \text{ІП} - \text{КП} \quad (2)$$

При плаванні у віддаленні від берегів, у відкритому морі чи океані поправку компаса можливо визначити лише за спостереженням небесних світил. Для спостереження можна вибрати одну із 160 навігаційних зірок, що є у The Nautical Almanac, або за спостереженням Сонця, Місяця чи чотирьох навігаційних планет Венери, Марса, Юпітера, Сатурна.

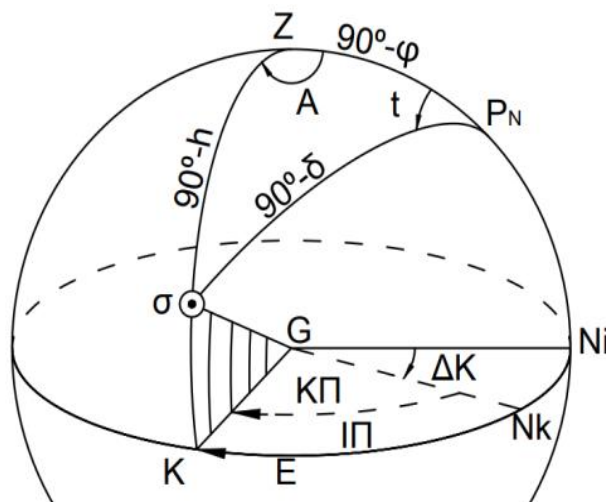


Рис. 4. До визначення ΔK астрономічними методами

Таке визначення виконують за допомогою однієї із теорем сферичної тригонометрії – теореми котангенсів, або 4 підряд елементів.

$$\operatorname{ctg} A = \cos \varphi_c \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{cosect}_M - \sin \varphi_c \operatorname{ctg} t_M, \quad (3)$$

Перетворивши цю формулу з ctg на tg отримаємо:

$$\operatorname{tg} A = \sin t / (\cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta - \sin \varphi \cdot \cos t), \quad (4)$$

Крім того, у окремих випадках ΔK визначають методом висот – це коли висота Сонця дорівнює 0° , в момент сходу або заходу верхнього краю Сонця. Для цього існують Морехідні таблиці різних видань, де на перетині широти місця і схилення Сонця отримуємо азимут у четвертному рахуванні.

Також, при плаванні у північних широтах в межах приблизно $7^\circ - 27^\circ \text{ N}$ поправку компаса визначають за полярною зіркою. Для цього треба використати The Nautical Almanac або морський астрономічний щорічник, таблиця “Азимут полярної”.

Ще, можна використати скорочені таблиці ABC, що є у Norie’s Nautical Tables, але цей метод визначення поправки компаса не є класичним на рівні підготовки судноводіїв вищої школи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Навігація і лоція: навчальний посібник / Віт.В.Северін, Вас.В.Северін — Одеса: НУ«ОМА», 2020. — 165 с
2. Морехідна астрономія: навчальний посібник / Віт.Вас.Северін, Вас.Віт.Северін, Віт. Віт. Северін— Одеса: НУОМА, 2023. —272 с.
3. Морехідна Астрономія: курс лекцій з дисципліни «Морехідна Астрономія» для спеціальності 271 «Річковий та морський транспорт». / Алексішин А.В., Алексішин В.Г., Северін В.В. — Одеса: НУ«ОМА», 2020. — 123 с Кваліфікаційний рівень перший (бакалавр). Протокол №1 від 26.08.2020.
4. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW) Official website <https://www.imo.org/en/ourwork/humanelement/pages/stcw-conv-link.aspx>

FROM STATIC DEPTH TO PREDICTIVE SAFETY: MODERNIZATION OF ECHO SOUNDERS IN MARITIME NAVIGATION

T. Chepinoha, group 1492, **O. Kozachenko**, senior lecturer

National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine

Without any doubt - Echo Sounders are one of the most important tools for safe navigation on the ship in coastal waters. But is it really so? With this device you can monitor the depth under the keel, but the fact is that the echo sounder shows only the depth in the present time. Even if it shows enough depth now, you will never be sure that the next moment the ship will not be aground.

The modernization of echo sounders represents a significant leap in maritime navigation, transitioning from static depth measurement to systems that proactively support safety. This work examines the evolution of echo sounders, focusing on their technological advancements and the integration of predictive analytics. Leveraging real-time data from advanced sensors, machine learning, and other digital tools, modern echo sounders provide a comprehensive view of depth and hazards, improving navigational accuracy and safety. The study highlights how predictive safety reduces risks of groundings, supports efficient route planning, and enhances maritime operations.

Echo sounders have long been vital to maritime navigation, enabling vessels to measure water depth and avoid hazards. Traditionally, these devices provided static depth measurements, which, although useful, were often limited in dynamic or complex maritime environments. Modern demands for reliable, real-time navigational data have spurred advancements in echo sounder technology, which now incorporates predictive safety features.



Fig.2 An example of marine navigational Echo Sounder that can be presented on bridge.

The development of echo sounders has progressed through various technological stages, each introducing significant improvements:

1. Early Echo Sounders. Early echo sounders used simple sonar technology to emit sound pulses and measure their echo from the seabed. While effective for basic depth measurement, these systems had limitations in providing comprehensive details about the underwater environment, as they lacked both real-time adjustments and predictive capabilities.
2. Introduction of Multi-Beam Echo Sounders. The shift to multi-beam echo sounders represented a major advancement, as these devices could cover larger areas with multiple sonar beams, creating more detailed and accurate depth maps. This enabled mariners to better understand the seabed's topography and avoid unseen obstacles.

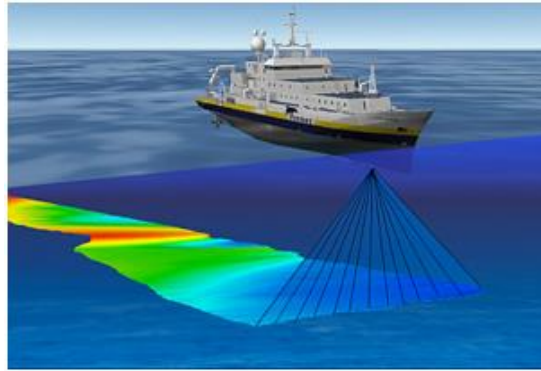


Fig.2 Multibeam Echo Sounder

3. **Integration of Advanced Sensors and Data Analytics.** Today's echo sounders combine advanced sensors with real-time analytics, enhancing depth measurement accuracy and enabling predictive hazard assessment. These systems employ high-resolution sonar, GPS, and motion sensors, allowing for continuous monitoring.

Transition from Static Depth Measurement to Predictive Safety involves key advancements in how data is collected, processed, and visualized:

1. **Real-Time Data Collection and Analysis.** Modern echo sounders continuously gather data from numerous sensors, presenting a dynamic view of the underwater environment. With advanced algorithms, these devices can detect changes in real time and identify potential hazards, which enables mariners to make quick and informed adjustments to navigation.
2. **Predictive Analytics and Machine Learning.** Machine learning and predictive analytics are essential for modern echo sounders, allowing the analysis of both historical and real-time data to identify patterns. These algorithms improve with usage, enhancing the system's accuracy and ability to prevent accidents proactively.
3. **Enhanced Visualization and User Interface.** Today's echo sounders feature intuitive interfaces, with high-resolution displays and 3D mapping that improve data interpretation. Such visualization tools make it easier for navigators to analyze data quickly, supporting efficient decision-making during voyages.

Predictive safety functionality within echo sounders presents several valuable applications:

1. **Reduced Risk of Groundings and Collisions.** By providing real-time, predictive depth information, modern echo sounders enable mariners to avoid groundings and underwater obstacles more effectively, reducing both the risk of damage and environmental impacts.
2. **Optimized Route Planning.** Predictive safety supports route planning by identifying potential hazards and suggesting safer routes, which leads to more efficient fuel use, lower operational costs, and minimized environmental impacts.
3. **Improved Overall Maritime Operations.** Modern echo sounders' enhanced accuracy and reliability improve overall maritime operations, ensuring better compliance with safety regulations and supporting a more confident navigation experience.

While the modernization of echo sounders offers numerous benefits, several challenges remain:

1. **Data Quality and Integration.** The accuracy of predictive models depends on high-quality data from various sensors. Maintaining data consistency is essential to ensure the reliability of the entire system.
2. **Cybersecurity Risks.** Increased connectivity introduces cybersecurity risks. Ensuring robust cybersecurity measures is critical to maintaining the reliability and safety of these systems.
3. **Training and Adoption.** Adopting modern echo sounders requires thorough training to ensure navigators fully understand their capabilities. Training programs can address this need by ensuring crews can effectively use predictive safety features.

The modernization of echo sounders marks a significant step forward in maritime navigation. By integrating advanced sensors, real-time analysis, and machine learning, these systems provide more accurate, reliable, and proactive information for safe navigation. The transition from static

measurements to predictive safety promises to reduce accidents, enhance route planning, and streamline operations. Like the advantages, we will have some challenges in the future, but we still have to make this step forward “ to find out what's ahead”.

REFERENCES

1. R. Smith, “Advancements in Echo Sounder Technology: From Sonar to Predictive Analytics,” *Journal of Marine Technology*, vol. 58, no. 4, pp. 123-134, 2021.
2. T. Johnson, “Integrating Machine Learning with Maritime Navigation Systems,” *Proceedings of the International Conference on Maritime Navigation*, pp. 45-56, 2020.
3. L. Williams, “Real-Time Data Analytics in Maritime Safety,” *Maritime Safety Journal*, vol. 34, no. 2, pp. 78-89, 2022.
4. International Maritime Organization (IMO), “Guidelines for the Implementation of Advanced Echo Sounder Technology,” *IMO Technical Report*, 2023.

УДК 004.056

ЗАХИСТ АІС ВІД ПІДРОБЛЕНИХ ПЕРЕДАВАНЬ НА ОСНОВІ КРИПТОГРАФІЧНОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ПОВІДОМЛЕНЬ

Шишкін О.В., д.т.н., професор, Коновец В.І., к.т.н., с.н.с., Дем'яненко І.В.

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ.

Однією з найважливіших проблем сучасного судноплавства є забезпечення навігаційної безпеки плавання у стислих водах та районах з інтенсивним судноплавством у будь-яких гідрометеорологічних умовах. Сьогодення України накладає додаткові обставини для забезпечення навігаційної безпеки - це військові дії та постійний вплив на систему навігації та позиціонування. Сучасне судноводіння характеризується суттєвими особливостями, до яких насамперед слід віднести вплив стохастичних факторів на процес судноводіння, оцінку навігаційної обстановки та прийняття рішення на маневр судноводієм.

Автоматична ідентифікаційна система (АІС) в значній мірі впливає на безпеку судноплавства. Але вона не має захисту від навмисних втручань з боку анонімних порушників з будь-яких міркувань [1]. Особливо шкідливими є втручання по радіоканалу, коли порушник, маючи нелегітимний транспондер АІС, передає фейкові повідомлення, які створюють навігаційну небезпеку через навмисно сфальшований характер повідомлень.

Спосіб захисту АІС [2], заснований на формуванні електронного цифрового підпису (ЕЦП) даних, що передаються, потребують додаткових часових слотів для передавання саме складу ЕЦП. Це обмежує інформаційний трафік по каналах АІС на не забезпечую сумісність з звичайними транспондерами АІС без опції ЕЦП. Спосіб автентифікації (справжності) повідомлень АІС, заснований на передаванні додаткової інформації за технологією цифрових водяних знаків (ЦВЗ) [3,4], потребує додаткових досліджень відносно вибору типу криптографічних ключів та впливу додаткових даних на якість сигналу, що передається.

Метою доповіді є дослідження технічних можливостей для реалізації способу криптографічного захисту повідомлень АІС з використанням технології цифрових водяних знаків(ЦВЗ).

2. Основна частина.

2.1. Код автентифікації повідомлення (Message Authentication Code, MAC).

Криптографічний захист на основі симетричного шифрування (загальний закритий ключ) є більш прийнятним з точки зору практичності застосування на відміну від асиметричного шифрування (пара відкритий та закритий ключі). У схемі асиметричного шифрування персоналізація ключа прив'язана до конкретної людини. Для суден зі змінним екіпажем така схема створює певні складнощі у самому процесі формування ключів та

публікації відкритих ключів. Для балансу між рівнем загроз та складнощами формуванні/публікації ключів більш привабливаний є схема симетричного шифрування з закритими ключами, що розподіляються третьою стороною. Схема автентифікації повідомлень в радіоканалі АІС наведена на рис. 1.

Судно передавач обчислює MAC на основі повідомлення та ключу K та додає його у вигляді ЦВЗ тега низькочастотного (baseband) GMSK сигналу. На приймальному боці (судно або берегова станція) перевіряється збіг переданого та обчисленого MAC. У разі збігання кодів справжність повідомлення АІС підтверджена, у противному випадку – ні.

Для виявлення підроблених повідомлень не має потреби передавання всього MAC, достатньо декількох бітів (1...4) щоб впродовж декількох підроблених повідомлень (слотів) визнати наявність атаки. Розраховані ймовірності P_a виявлення атаки в залежності від кількості сфальшованих слотів M та кількості вбудованих бітів B (таблиця 1).

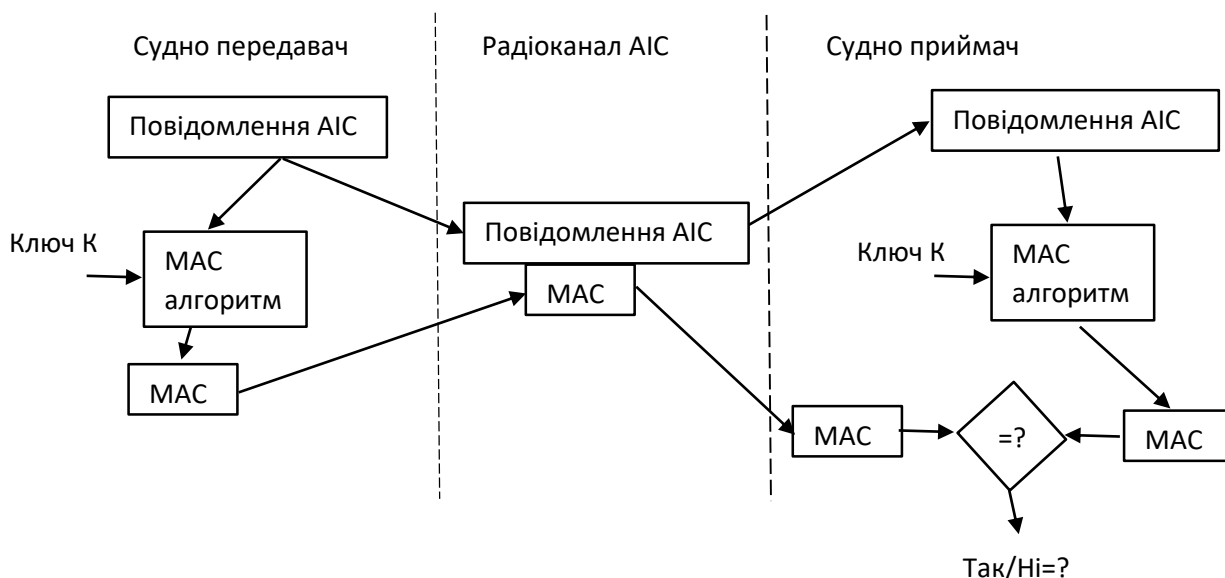


Рисунок 1. Схема автентифікації повідомлень з використанням MAC в радіоканалі АІС

Таблиця 1. Ймовірність виявлення атаки $P_a(k, M)$, п'ять цифр після коми

Кількість сфальшованих слотів, M	Кількість бітів ЦВЗ, k			
	1	2	3	4
5	0,96875	0,99902	0,99997	0,99999
10	0,99902	0,99999	0,99999	0,99999
20	0,99999	0,99999	0,99999	0,99999

Передавання будь-якої кількості бітів MAC потребує додаткових ресурсів сигналу. Стосовно АІС для цього можуть бути обрані, наприклад, незадіяні даними (буфер) – кінцева, вільна від передавань ділянка слоту АІС, в якій сигнал повинен вщухати. За стандартом [5] цей буфер унеможливує часове перекриття повідомлень АІС при невизначеності взаємних відстаней суден та недосконалості синхронізації. Тому розміщення додаткових даних у буфері у загальному випадку порушує сумісність транспондерів, і може призвести до збоїв у прийомі даних. Технологія ЦВЗ не вимагає застосування додаткових частотних або часових ресурсів та не впливає на сумісність протоколів передавання сигналів.

2.2. Цифрові водяні знаки (Digital Watermarks, DWM).

Технологія ЦВЗ – це приховане передавання додаткової інформації без порушення цілісності носія. В нашому випадку таким носієм є радіосигнал повідомлення АІС. Додаткова інформація утворює тег (tag - мітка, ярлик), в якості якого виступає окремі біти коду автентифікації MAC.

Вбудовування додаткових даних МАС впливає на дуже незначне відхилення сигналу від його первинного вигляду. Для виявлення цих відхилень та отримання кількісних показників проведено моделювання в середовищі Матлаб.

Застосований алгоритм вбудовування додаткових даних базується на виконанні наступних кроків:

- обчислення швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) від низькочастотного сигналу GMSK x ;
- модифікації (за потреби) амплітуд спектральних відліків ШПФ, зважаючи на їхні співвідношення та дані ЦВЗ. Фази відліків модифікованого спектру не змінюються;
- обчислення зворотного ШПФ для отримання стего-сигналу S з вбудованими даними ЦВЗ.

Даний алгоритм не призводить до ані розширення спектру, ані тривалості сигналу за часом. Алгоритм вбудовування даних у частотній області здійснюється шляхом модуляція ознаки Δ амплітудного спектру даними ЦВЗ.

$$\Delta = \sum_i (A_{i \in I_1} - A_{i \in I_2}), \quad (1)$$

де A_i - амплітуди спектральних відліків; I_1, I_2 - множини непарних та парних індексів відповідно.

Модифіковані амплітуди визначаються наступним чином

$$A'_{i \in I_1} = mA_{i \in I_1}; A'_{i \in I_2} = A_{i \in I_2} / m, \quad (2)$$

де коефіцієнт m визначається як дійсний корінь квадратного рівняння

$$m \sum_i A_{i \in I_1} - m^{-1} \sum_i A_{i \in I_2} = d\rho, \quad (3)$$

в якому $d = (-1, 1)$ - вбудований біт ЦВЗ; ρ - рівень стійкості ЦВЗ.

Після отримання модифікованого спектру здійснювалось зворотне ШПФ.

Моделювання виконувалось з використанням моделі сигналів в квадратурах (IQ сигнали). Пакет даних АІС генерувався як псевдовипадкова послідовність довжиною 256 біт. В АІС використовуються сигнали з мінімальним частотним зсувом та Гауссівським згладжуванням (GMSK). Основні параметри сигналу АІС наступні [5]:

- швидкість передавання даних 9,6 кбіт/сек;
- ширина смуги частот 25 кГц;
- тривалість часового слоту 26,6 мсек (256 біт).

За цих умов спектри GMSK сигналів у первинному вигляді та після вбудовування даних ЦВЗ виглядають як показано на рисунку 2. Візуально спостерігаються відмінності у вигляді шуму на крайніх частотах смуги частот.

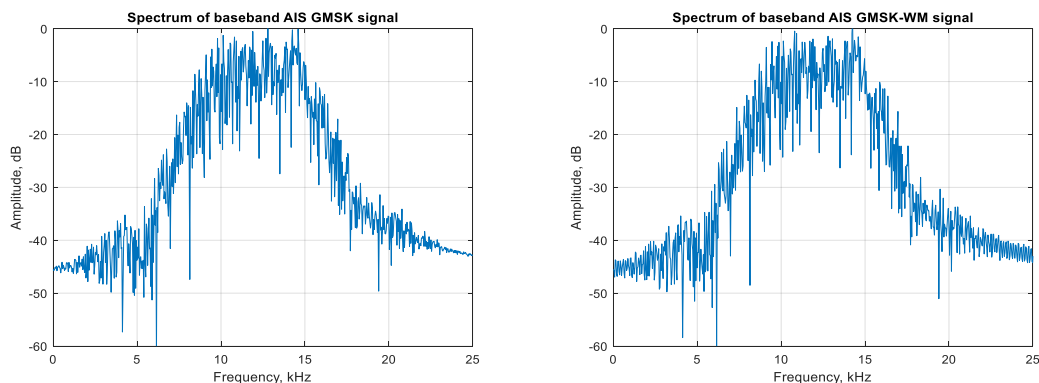


Рисунок 2. Спектри GMSK сигналів: первинний (ліворуч), з вбудованими даними (праворуч), для параметрів $k=4$; $\rho=20$

Вплив ЦВЗ на GMSK сигнал проявляється у відмінності сигналу S з вбудованими даними від первинного сигналу X . На приймальному боці в каналі даних АІС ці відмінності $W = S - X$ сприймаються як додатковий шум. Натомість для каналу передавання даних кода МАС ця шумова складова представляє корисний сигнал ЦВЗ. Кількісний вплив ЦВЗ оцінюється як відношення середне-квадратичних відхилень (std) W і X :

$$WSR = 20 \log(std(w) / std(x)). \quad (4)$$

Отримані за формулою (4) кількісні результати зведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Залежність Watermark-to-Signal Ratio $WSR(k, \rho)$, дБ від кількості біт ЦВЗ і порогу

Кількість біт ЦВЗ, k	Рівень стійкості, ρ								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
1	-309	-46	-38	-34	-31	-29	-27	-25	-24
2	-35	-29	-26	-24	-22	-20	-19	-18	-17
4	-31	-25	-21	-19	-17	-15	-14	-13	-12

Алгоритм ЦВЗ експериментально досліджувався у задачі передавання даних ідентифікації судна у вигляді Maritime Mobile Service Identity (MMSI), які вбудовуються безпосередньо у звуковий сигнал радіотелефонного зв'язку в УКХ діапазоні [6]. Синхронізація пакетів ЦВЗ у передавачі та приймачі здійснювалась за допомогою GPS модуля. Тестування засвідчили технічну спроможність реалізації цього методу. Встановлено, що затримка радіосигналу через невизначеність відстані передавач-приймач є головним чинником обмеження швидкості даних ЦВЗ. В нашому випадку позитивним фактором є те, що використання каналу АІС знімає це обмеження, оскільки у приймачі АІС здійснюється внутрішня синхронізація початковою послідовністю (24 біта) та початок повідомлення визначається стартовим прапорцем.

Висновки

Впровадження криптографічного захисту повідомлень АІС з використанням технології цифрових водяних знаків дає можливість реалізації механізмів автентифікації повідомлень АІС та підтвердження цілісності прийнятих даних.

Запропонована технологія запобігає використанню навмисно підроблених повідомлень, що забезпечують довіру до даних АІС та в цілому сприяє підвищенню навігаційної безпеки, особливо в умовах інтенсифікації автономного судноплавства.

Процедура оновлення криптографічних ключів може бути здійснена по каналам VHF Data Exchange System (VDES), як це передбачено сценаріями тестування цілісності та автентифікації ([7], Integrity check / authentication, p. 19).

ЛІТЕРАТУРА

1. A. Goudossis, S. K. Katsikas, "Towards a Secure Automatic Identification System (AIS)," Journal of Marine Science and Technology, 2019, 24(2), pp. 410–423.
2. G. C. Kessler, "Protected AIS: A Demonstration of Capability Scheme to Provide Authentication and Message Integrity," TransNav – the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 14, No. 2, June 2020, pp. 279–285.
3. Патент України (корисна модель) № 151414 від 21.07.2022 р. Спосіб контролю автентичності даних суднової автоматичної ідентифікаційної системи. Шишкін О.В., Кошевий В.М., Коновець В.І., Маляренко Ю.В. 10.11.2021 р. Опубліковано 20.07.2022 р.
4. Shyshkin O. Cybersecurity Providing for Maritime Automatic Identification System. 2022 IEEE 41th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONICS AND NANOTECHNOLOGY (ELNANO). CONFERENCE PROCEEDINGS. pp. 736 – 740. October 10-14, 2022, Kyiv, Ukraine.
5. Recommendation ITU-R M.1371–5 (2014) Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile frequency band.

6. O.V.Shyshkin, V.M.Koshevyi, I.V.Ryaboshapka, "GPS Synchronization of Audio Watermarks in the Maritime Automatically Identified Radiotelephony," TransNav – the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 15, No. 2, June 2021, pp. 307–311.
7. VHF Data Exchange System (VDES) Overview, IALA Guideline, Edition 3.0, December 2022.

УДК 627.7

НОВІ МОРСЬКІ СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА

Шишкін О.В., д.т.н., професор, Пашенко О.Л., ст. викладач, Харченко Р.Ю., к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

1. Вступ

Прискорений технологічний розвиток навігаційних, комунікаційних та інформаційних систем відкриває великі можливості для покращення навігаційної безпеки, кібербезпеки та ефективності морських перевезень, дозволяє контролювати технологічний тиск на навколишнє середовище. Прогрес морських технологій неможливий без впровадження нових систем зв'язку, які мають забезпечити значно більшу пропускну здатність каналів зв'язку в умовах обмежень частотних ресурсів, які виділені для використання морськими службами. Сучасні методи цифрового оброблення сигналів, модуляції, кодування, технології програмованого радіо (Software Defined Radio, SDR), які вже запроваджені в інших відмінних від морських системах, мають прийти на заміну малоефективних систем минулого покоління.

Однак існує ризик розвитку систем морського зв'язку без належної координації, що може призвести до несумісності суднової апаратури. З метою запобігання хаотичного застосування систем зв'язку і навігації Міжнародна морська організація (ІМО) прагне гармонізувати процес їхнього впровадження, зокрема в рамках концепції Е-навігації [1].

Головні напрямки розвитку та вдосконалення систем морського зв'язку:

- Система обміну даними в УКХ діапазоні (VDES) [2];
- Система передавання інформації з безпеки судноплавства в ПХ/КХ діапазонах (NAVDAT) [3];
- Супутникова система Ірідіум [4].

Метою доповіді є аналіз техніко-економічних характеристик систем зв'язку, які вже набули та набуватиме чинності найближчим часом в ГМЗЛБ.

2. Основна частина

2.1. Система обміну даними в УКХ діапазоні (VHF Data Exchange System)

Діапазон частот 156 – 174 МГц, виділений морської рухомої службі, спочатку використовувався виключно для каналів радіотелефонного зв'язку з аналоговою модуляцією. З імплементацією системи ГМЗЛБ у 1999 році з'явилась система цифрового вибіркового виклику (ЦВВ, DSC) зі швидкістю передавання даних 1200 біт/сек. Головним призначенням ЦВВ є встановлення гарантованого адресного зв'язку, що особливо важливого для забезпечення безпеки у разі лиха. Наступним кроком стало впровадження автоматичної ідентифікаційної системи (AIC, AIS), яка працює зі швидкістю передавання даних 9,6 кбіт/сек у смузі 25 кГц і виконує важливу роль засобу морської навігаційної безпеки. Але АІС вразлива до кіберзлочинів, тому передбачається її захист шляхом використання розширених спроможностей VDES. Очікується, що як аналоговий голосовий зв'язок, так і цифровий зв'язок будуть використовувати смугу УКХ у найближчому майбутньому.

Система VDES є одним із ключових елементів концепції Е-навігації, яка заснована та розвивається за сприяння Міжнародної морської організації (ІМО). У цьому проекті також активну роль виконує Міжнародна асоціація морських засобів навігації та маяків (ІАЛА) і

Міжнародний союз електрозв'язку (ITU), який розробив міжнародний стандарт VDES [5] для об'єднання наземних і супутникових компонентів системи, автоматичну ідентифікаційну систему (AIC), та систему спеціальних повідомлень (Application Specific Messages, ASM). Усі перелічені системи працюють в діапазоні УКХ морської рухомої служби.

ITU для підвищення ефективності використання частотного спектру ще в 2012 році запровадив стандарт з опціями для каналів 25 кГц, 50 кГц і 100 кГц зі швидкістю передачі даних до 307,2 кбіт/сек.

Розвиток морського радіозв'язку за проектом розгортання VDES в значній мірі визначається сучасним трендом розвитку радіоелектронної апаратури - програмно-визначеного радіо (Software Defined Radio, SDR). SDR - це система радіозв'язку, в якій окремі компоненти, що традиційно використалися в аналоговому обладнанні (наприклад, змішувачі, фільтри, підсилювачі, модулятори/демодулятори, детектори тощо), натомість реалізуються за допомогою програмного забезпечення у вбудованому мікрочіпі. Таким чином, можливості цифрової електроніки, що швидко розвиваються у напрямку SDR, на практиці прискорюють впровадження комунікаційних алгоритмів, які колись були лише теоретично можливими, або могли бути реалізовані у Матлаб симуляції.

За планом імплементації VDES національні Адміністрації мають до 2030 року повністю звільнити VHF-канали VDES від голосового зв'язку.

Концепція системи, включаючи функції VDES і використані частоти, зображена на рисунку 1. VDES включає сегменти наземного зв'язку (VDE-TER), супутникового зв'язку, (VDE-SAT), віддаленого супутникового виявлення повідомлень AIC та ASM (Application Specific Messages).

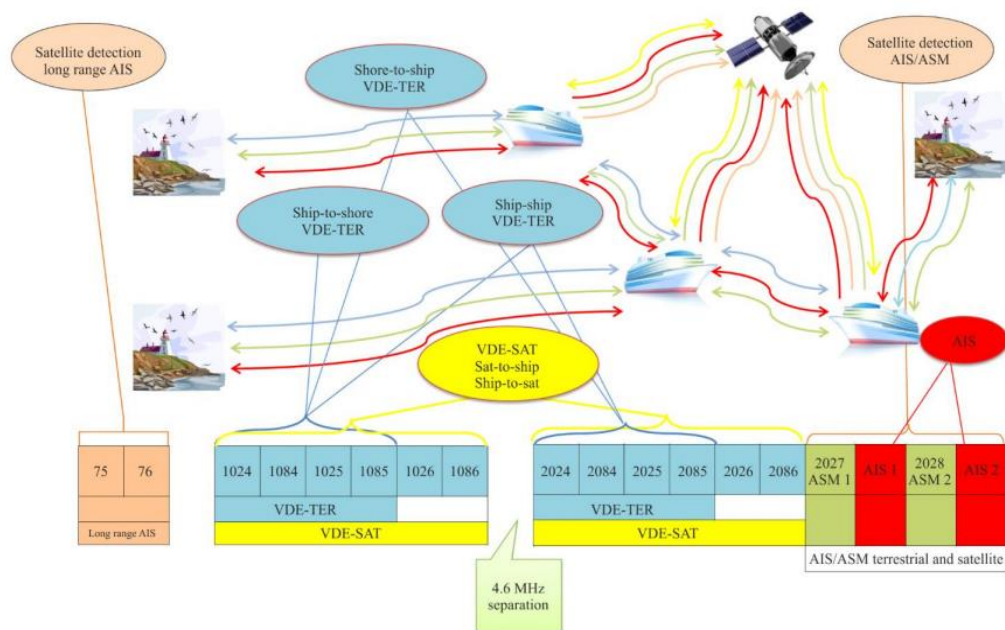


Рисунок 1. Концепція побудови VDES [5]

Ключова концепція функціонування VDES передбачає [5]:

- 1 можливість обміну даними між суднами та береговими користувачами за допомогою наземного чи супутникового зв'язку;
- 2 роботу під управлінням берегових станцій, але також підтримується автономний режим без берегової інфраструктури;
- 3 обмін даними з судна може відбуватися автоматично або вручну;
- 4 обмін даними використовує призначений(і) канал(и) УКХ;
- 5 реалізацію передачі та прийом даних з мінімальною участю персоналу судна;
- 6 підтримання існуючих програм AIS;
- 7 підтримання існуючих програм ASM;

- 8 підтримку додаткових можливостей обміну даними в УКХ;
- 9 підтримку програм незалежних від мови спілкування (наприклад, через використання словників цифрових даних);
- 10 реалізацію моніторингу цілісності даних на рівні зв'язку VDES (наприклад, контрольна сума);
- 11 підтримку програм, що стосуються кібербезпеки (наприклад, автентифікації, керування ключами та, якщо потрібно, шифрування);
- 12 високий рівень доступності;
- 13 підтримку міжмашинного зв'язку (наприклад, інтерфейси із зовнішнім обладнанням, що забезпечують додатки, пов'язані з VDES); і
- 14 підтримку додатків, які дозволяють чітко розуміти інформацію, надіслану/отриману через VDES.

2.2. Система NAVDAT.

Розробка та впровадження системи NAVDAT невід'ємно пов'язана з програмою модернізації ГМЗЛБ 2024 – 25 років. Існуючі дотепер наземні системи передавання інформації з безпеки мореплавства у телексоному форматі забезпечують швидкість передавання даних 50 біт/сек у ПХ та КХ діапазонах, що ніяк не відповідає сучасним вимогам та напрацьованим технологіям зв'язку. Передбачається, що вона замінить низкошвидкісні системи літеродрукування (NBDP) NAVTEX 518 кГц HF MSI. Тому починаючи з 1 січня 2025 року суднова апаратура систем NAVTEX і вузько смугового літеро-друкування (NBDP) втрачає статус обов'язкового у ГМЗЛБ.

NAVDAT - це система цифрового широкомовлення (broadcasting), яка призначена для роботи в діапазонах частот 500 кГц і КХ на основі мультиплексування з ортогональним частотним розподілом (OFDM) з використанням квадратурної амплітудної модуляції (QAM), що дає змогу передавання цифрових файлів в напрямку берег - судно. Ці цифрові файли можуть мати будь-які формати: текстові, зображення, графічні, дані тощо. Графічна інформація може надаватися судоводіям для полегшення інтерпретації та подальшу інтеграцію цифрової інформації в систему відображення електронних карт та інформації (ECDIS).

Система NAVDAT може працювати з трьома типами цифрової модуляції: 4 QAM, 16 QAM і 64 QAM з двома рівнями корекції помилок (0,5 або 0,75), а також чотирма спектральними смугами частот: 1, 3, 5 або 10 кГц. Усі ці параметри надають дуже велику гнучкість системі NAVDAT для трансляції повідомлень. Використання 64 QAM/0,75 на 10 кГц забезпечить значну пропускну здатність близько 28 кбіт/с у зоні покриття, що забезпечує співвідношення сигнал/шум (SNR) 22 дБ, тоді як, наприклад, 4 QAM/0,75 на 1 кГц забезпечать нижчу швидкість, але в більшій зоні покриття, де SNR буде зменшено до 12 дБ [3]. Частоти системи NAVDAT у КХ діапазоні наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Частоти системи NAVDAT у КХ діапазоні [3]

Channel	Maritime frequency band	Central frequency	Limits
C1	4 MHz band	4 226 kHz	4 221 to 4 231 kHz
C2	6 MHz band	6 337.5 kHz	6 332.5 to 6 342.5 kHz
C3	8 MHz band	8 443 kHz	8 438 to 8 448 kHz
C4	12 MHz band	12 663.5 kHz	12 658.5 to 12 668.5 kHz
C5	16 MHz band	16 909.5 kHz	16 904.5 to 16 914.5 kHz
C6	22 MHz band	22 450.5 kHz	22 445.5 to 22 455.5 kHz

Передавання файлів NAVDAT може здійснюватися в наступних режимах:

- 1 широкомовлення (на всі судна);
- 2 вибірково (для суден, розташованих у певному районі, або для груп суден відповідно до місця розташування судна: MMSI або ідентифікації групи суден) і
- 3 індивідуальне повідомлення (відповідно до MMSI судна).

2.3. Супутникова система Ірідіум.

У 2018 році, на 99 сесії Комітету з безпеки на морі (MSC), компанія Iridium Communications Inc. була визнана авторизованим постачальником послуг ГМЗЛБ. До цього суднові земні станції Iridium теж використовувалися на суднах але для розширення комунікаційних можливостей поза вимог ГМЗЛБ.

З чинним введенням системи Iridium до ГМЗЛБ, на 105 сесії MSC були схвалені зміни до розділу IV SOLAS, а саме: були переглянуті визначення морських районів. У зв'язку з тим, що система Iridium має глобальне покриття та не має обмежень, таке поняття як морський район А4 для неї зникає взагалі [6].

З 2019 року сузір'я супутників Iridium складається 66 з низькоорбітальних супутників (NEXT), що обертаються по 6 орбітах, в кожній з яких по 11 супутників. Кожен з них здійснює обліт Землі за 100 хвилин на висоті 778 км. Сусідні супутники поєднані між собою, що дозволяє забезпечити надійність передачі даних на наземні станції за будь-яких обставин. Супутники Iridium NEXT працюють в L-діапазоні, що робить їх невразливими до змін метеорологічних умов. Такі супутники набагато дешевші за геостаціонарні супутники Inmarsat.

В 2019 році компанія Iridium продемонструвала термінал Lars Thrane LT-3100S для використання конвенційними суднами в рамках GMDSS. Блок керування обладнаний аварійною кнопкою сповіщення про лихо (DISTRESS), телефонною слухавкою та монітором для перегляду та відправки повідомлень. Пристрій має невелику за розміром всеспрямовану антену. Для роздруківки повідомлень та отриманої інформації з безпеки мореплавства існує можливість підключення принтера. Отримані на станцію дані можуть бути передані на інтегроване мостове обладнання, таке як ECDIS або радар. Пристрій також має вхідний порт для безперервного оновлення інформації про місцезнаходження судна. Крім іншого, мультисервісний термінал сумісний з судновою системою охоронного оповіщення (SSAS), засобами захисту від піратства (Citadel Communications), а також системою дальньої ідентифікації та контролю за місцезнаходженням суден (LRIT).

Особливістю системи є те, що при відправці оповіщень про лихо, їх отримає морський рятувально-координаційний центр (МРКЦ), що знаходиться в США. Відповідно він обирає МРКЦ, в зоні відповідальності якого ви знаходитесь. Проте існує можливість зробити вибір самостійно. Це може бути зручним у разі, якщо екіпаж судна добре знає мову країни, до якої звертається по допомогу. Наразі затверджено 23 рятувально-координаційних центри, що можуть приймати виклики про лихо або в автоматичному режимі, або за вибором оператора [7]. Варто зазначити, що у разі якщо виклик був помилковим, оператор може на екрані одразу натиснути кнопку, що скасовує таке лихо.

Супутникова станція Iridium дозволяє відправляти повідомлення з пріоритетами «терміновість» та «безпека». Окрім цього, в рамках GMDSS, доступний зв'язок з використанням лише чотирьох спеціальних двозначних кодів (32 - медична консультація; 38 - медична допомога; 39 - термінова допомога на морі; 42 – звіт щодо безпеки на морі). Слід зазначити, що такі виклики відправляються з пріоритетом «безпека».

Кожна суднова станція Iridium повинна бути оснащена SIM-карткою, яка надає номер MSISDN (Mobile Station Integrated Services Digital Network). В налаштуваннях також обов'язково міститься інформація про назву судна, номер IMO та MMSI (Maritime Mobile Service Identity). Система дозволяє здійснювати дзвінки, надсилати SMS-повідомлення та електронну пошту, але загальний розмір повідомлення не повинен перевищувати 160 символів, при цьому довжина електронної адреси плюс 1 символ віднімаються від загального розміру.

Прийом інформації з безпеки мореплавства здійснюється в рамках сервісу Iridium SafetyCast відповідно до діючого району NAVAREA та METAREA. Наразі повноцінно працюють 16 районів NAVAREA та 12 METAREA [8].

Суднова земна станція (Рисунок 2), яка відповідає вимогам ГМЗЛБ Iridium LT-3100S, складається з компактного операційного блоку, який містить кнопку лиха, телефонну слухавку

та екран для перегляду вхідних повідомлень, таких як MSI (Maritime Safety Information) [9]. Клавіатура дозволяє оператору редагувати сповіщення про лихо та вибирати відповідний МРКЦ (Морський рятувально-координаційний центр) за потреби. Наявні канали передачі даних для виведення MSI на інтегроване обладнання містка, включаючи ECDIS радар. Існує також вхідний порт для постійного оновлення інформації про місцезнаходження судна, такої як широта/довгота, курс і швидкість, які отримуються з GNSS. Iridium GMDSS LT-3100S є першим пристроєм, що об'єднує всі три супутникові служби GMDSS (сповіщення про лихо, голосове повідомлення безпеки та морську інформацію з безпеки MSI).

Висновки

Впровадження нових систем морського радіозв'язку обумовлено вимогами вдосконалення навігаційної безпеки судноплавства та технологічними спроможностями інфо-комунікаційних та радіоелектронних технологій.

Через очікуване впровадження зазначених систем в практику судноводіння є необхідність вивчення принципів дії та належного використання та обслуговування цих систем на ходовому містку суден. Відповідно мають бути скориговані навчальні плани та робочі програми дисциплін для бакалаврів, магістрів та здобувачів ступені PhD. Також слід звернути увагу, на те що СЗС Iridium відсутня в тренажері ГМЗЛБ.



Рисунок 2. Обладнання C3C Iridium LT-3100S

ЛІТЕРАТУРА

1. IMO, 'Report to the Maritime Safety Committee', NCSR 1/28, Jul. 2014.
2. VHF Data Exchange System (VDES) Overview, IALA Guideline, Edition 3.0, December 2022.
3. MSC 102/INF.6 10 February 2020 Main performances and applications of the digital navigational data system (NAVDAT) Submitted by France.
4. RESOLUTION MSC.434(98) (adopted on 16 June 2017). PERFORMANCE STANDARDS FOR A SHIP EARTH STATION FOR USE IN THE GMDSS
5. Recommendation ITU-R M.2092-1 (02/2022). Technical characteristics for a VHF data exchange system in the VHF maritime mobile band.
6. RESOLUTION MSC.509(105) (adopted on 28 April 2022). Provision of radio services for the Global maritime distress and safety system (GMDSS).
7. <https://www.iridium.com/gmdss-service-updates/>
8. Iridium GMDSS Service Updates. URL: <https://www.iridium.com/gmdss-service-updates/>
9. User & Installation Manual LT-3100S GMDSS Satellite Communications System. 2023.

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ СУДНОВИХ СИСТЕМ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТА НАВІГАЦІЇ АВТОНОМНОГО СУДНА З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Шишкін О.В., д.т.н., професор, Стеценко М.С., к.т.н.

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Розвиток сучасних технологій автоматизації суднового обладнання, створює можливості створення та впровадження безекіпажного судноплавства. В англomовній літературі використовується назва Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) – морські автономні надводні судна. Досягнення в галузі інформаційних технологій та штучного інтелекту (Artificial Intelligence, AI) стають каталізаторами практичного впровадження MASS судноплавства.

MASS має вибуховий потенціал із наслідками з точки зору технічних, економічних, екологічних, законодавчих і соціальних наслідків у найближчі роки. Цей розвиток також може надати можливості та нові концепції, які могли б покращити логістику та, отже, також покращити загальний вплив транспорту на навколишнє середовище.

Міжнародна морська організація (ІМО) розподіляє автономні судна в чотири групи в залежності від їхньої ступені автоматизації [1]:

1. Автоматизовані процеси з моряками на борту: на найнижчому рівні автономності судна працюють за допомогою автоматизованих процесів, які допомагають приймати рішення. Моряки присутні на борту, щоб контролювати системи та функції судна, але за звичай використовуються автоматичні режими. Таке налаштування дозволяє бортовим екіпажам справлятися з будь-якими потенційними відмовами обладнання або нештатними навігаційними потребами, одночасно отримуючи зменшення навантаження за рахунок ефективної автоматизації.

2. Дистанційне керування за підтримкою суднової команди: у цій моделі судно в основному керується з берега, але моряки залишаються на борту, щоб взяти керування безпосередньо на борту судна та, якщо потрібно. Ця конфігурація поєднує в собі переваги віддаленої роботи з безпекою завдяки наявності екіпажу для вирішення несподіваних ситуацій.

3. Дистанційне керування без участі моряків: судном можна повністю керувати з віддаленого місця без екіпажу на борту. У таких випадках технологія повинна надійно керувати всіма функціями судна, часто з розширеними системами дистанційного моніторингу для безпеки. Однак така модель керування може зіткнутися з юридичними та операційними проблемами з точки зору зобов'язань щодо порятунку або дотримання міжнародних правил судноплавства.

4. Повністю автономне керування: у цій конфігурації судно є повністю незалежним, використовуючи бортові системи для прийняття оперативних рішень без втручання людини. Цей підхід залежить від рівня AI, але нормативні та етичні міркування залишаються критичними, оскільки відсутність людини на борту не може вплинути на реагування на надзвичайні ситуації, захист навколишнього середовища та зобов'язання з порятунку.

Метою доповіді є розробка концепції устрою системи морського радіозв'язку, яка б задовольняла зазначеним типам MASS з використанням AI.

Основна частина. Склад та техніко-експлуатаційні вимоги до апаратури зв'язку на морських судах мають відповідати системі Глобального морського зв'язку лиха та безпеки (ГМЗЛБ), (англ. Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS).

Зважаючи на нижчеперелічені факти:

- однакові вимоги SOLAS (гл. IV – Радіоблаштування) як до звичайних суден зі штатним екіпажем, так і для MASS суден та
- вимоги до автономних суден за типами 1-4, як наведено вище,

можна зробити висновок про те, що апаратура ГМЗЛБ має управлятися як ручним, так і машинним способами.

Зазвичай суднова апаратура ГМЗЛБ управляється у ручному режимі з передньої панелі пристрою. Але для дистанційного моніторингу/управління необхідна наявність електронного способу здійснення. Задача створення електронного двонаправленого інтерфейсу вирішувалась в рамках розробки інтегрованої системи УКХ цифрового вибіркового виклику (ЦВВ) – Електронна картографічна навігаційна інформаційна система (ЕКНІС) [2], [3], [4]. Для вирішення цього завдання був розроблений пропрієтарний (не стандартизований) інтерфейс передавання даних, що забезпечило управління модемом ЦВВ без ручного управління з панелі пристрою. Управління модемом ЦВВ передбачалося здійснювати з ЕКНІС, як і моніторинг прийнятих повідомлень ЦВВ. Даний інтерфейс дозволив автоматизувати процедури формування викликів інших суден з метою прискорення встановлення радіотелефонного обміну з потрібним судном. При цьому використались також повідомлення автоматичної ідентифікаційної системи (АІС) для отримання ММSІ судна, що викликається. Численні відповідні пропозиції щодо вдосконалення УКХ/ЦВВ зв'язку були напрацьовані та спрямовані в ІМО, починаючи з 2009 року [5].

Однією з основних технічних причин, що стримують практичне впровадження інтегрованої системи ЦВВ – ЕКНІС, стала відсутність вимог до наявності електронного управління/моніторингу апаратурою радіозв'язку. У 2022 році розроблений європейський стандарт, який значно розширив перелік речень для моніторингу/управління апаратурою радіозв'язку з ЦВВ [6], і за рахунок цього дослівно «Дозволяє інтегрувати радіо- та навігаційне обладнання таким чином, щоб численні автоматизовані процедури, включаючи подальший зв'язок, могли виконуватися, наприклад, ECDIS з використанням сумісних радіостанцій DSC».

Але в нашому випадку електронне управління використовується не ЕКНІС (ECDIS), а сервером AI-агента. У центрі агентного штучного інтелекту лежить ідея автономних систем, які можуть працювати самостійно для досягнення певних цілей [8]. На відміну від традиційного штучного інтелекту, який здебільшого виконує команди чи встановлені правила, агентський штучний інтелект більш перспективний і зосереджений на досягненні цілей. Ці системи можуть визначати, чого вони хочуть, планувати, як цього досягти, і виконувати завдання, не потребуючи постійної допомоги людей.

Рівень автономії в цих агентних системах штучного інтелекту може змінюватися залежно від того, як вони побудовані та для чого вони призначені. Деякі системи можуть мати високий рівень автономності. Це дозволяє їм приймати важливі рішення та діяти з невеликою людською допомогою. Інші системи можуть мати меншу автономію та потребувати людей для нагляду за певними роботами чи рішеннями. Очікується, що до 2025 року 10% усіх транспортних засобів будуть повністю автономними.

Разом з розвинутою версією інтерфейсу IEC 61162-450 з'являється можливість застосування AI для управління радіозв'язком як в ефірі так і через мережу інтернет. Вирішення цієї проблеми особливо актуальне для ситуацій лиха та термінових повідомлень на MASS суднах 3-го та 4-го рівнів автоматизації, коли треба дотримуватись процедур радіозв'язку за загальними вимогами ГМЗЛБ.

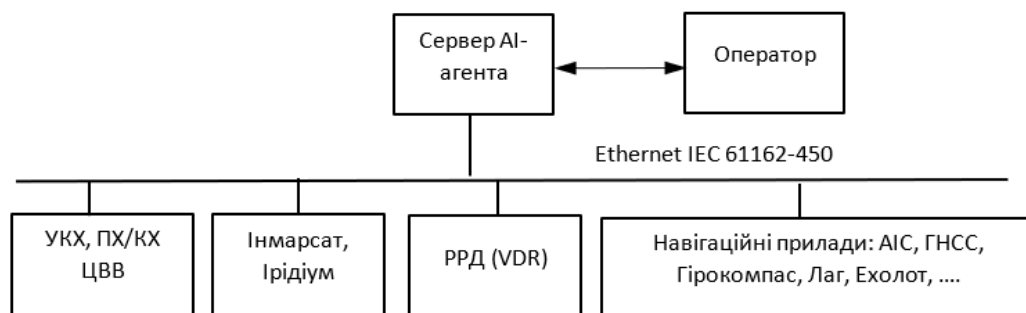
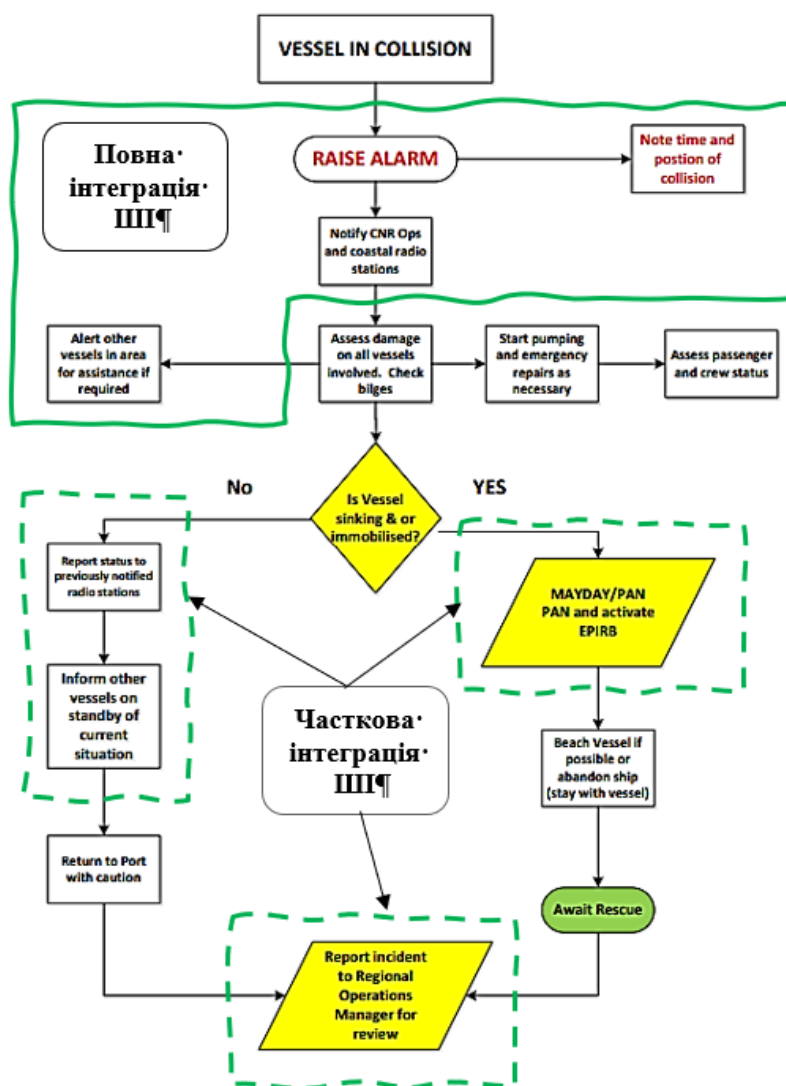


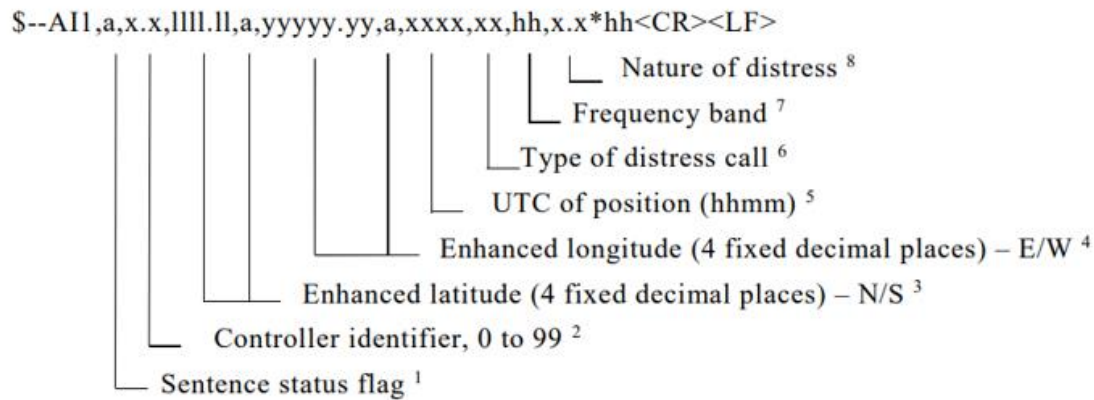
Рисунок 1. Схема моніторингу/управління апаратурою радіозв'язку та навігації з використанням AI

Спрощена блок-схема моніторингу/управління апаратурою радіозв'язку та навігації з використанням AI наведена на рис. 1. У разі використання функціонала AI відпадає необхідність розширення функцій ЕКНІС щодо управління зв'язком. Сервер агентного AI працює найкраще, коли він підключається як до людей, так і до навколишнього середовища. Ця здатність до взаємодії є ключовою. Це допомагає цим системам зрозуміти, що вони повинні робити, і вчитися на досвіді. Таким чином вони можуть покращити свої дії для досягнення конкретних цілей.

Штучний інтелект за формою агентного ШІ найкращим чином пристосований для автономної роботи та виконання незалежних дій для досягнення визначених цілей. На відміну від простих систем ШІ, які виконують заздалегідь визначені завдання, системи агентного ШІ здатні приймати рішення без постійного нагляду з боку людини. Особливістю агентного ШІ є здатність до навчання та адаптації в динамічному середовищі. Ці системи не просто дотримуються фіксованих правил. Вони стають кращими на основі того, що вони пережили. Завдяки машинному та глибокому навчанню агентні системи ШІ вивчають величезні обсяги даних. Вони можуть знаходити закономірності та ідеї, які людям важко помітити. Це навчання в режимі реального часу допомагає їм вирішувати нові ситуації та несподівані проблеми. Вони також можуть з часом вдосконалювати свої навички прийняття рішень.



a)



б)

Рисунок 2. Приклад заміщення людини штучним інтелектом задля підвищення безпеки мореплавання

а) Впровадження ШІ у процедуру дій під час аварійної ситуації зіткнення

б) Повідомлення автоматичної процедури ініціювання сигналу лиха (AI1 - Automated procedure Initiate - Sending Own Distress) [6]

Агентний AI має унікальну здатність приймати рішення самостійно. На відміну від простого виконання інструкцій, ці системи можуть розглядати ситуації, думати про різні варіанти та приймати розумні рішення на основі того, що потрібно зробити. Ця навичка дозволяє їм глибоко розуміти завдання та прагнути до найкращих результатів. Типи складних завдань, з якими може впоратися агентський штучний інтелект, постійно вдосконалюються.

Наприклад, це може бути процедура дій під час зіткнення судна. Як видно з рис. 2 а) більше половини етапів процедури дій під час зіткнення може бути повністю чи частково замінена ШІ. Отримавши команду від оператора (судного чи берегового офіцера, що має відповідну авторизацію), AI-агент ініціює виконання дій, передбачених конвенцією СОЛАС. В першу чергу подається сигнал суднової тривоги та реєструються координати та час зіткнення. Попередження берегових служб та інших суден також виконує ШІ. Для цього передається повідомлення встановленого формату з інформацією про судно та тип лиха (рис. 2 б).

У подальшій боротьбі за живучість агентський AI сервер продовжує реєструвати та аналізувати інформацію, щоб за необхідності транслювати нові статуси лиха, дані про технічний стан судна та його місцезнаходження, взаємодіючи автономне на рівні мовного діалогу та текстових повідомлень зі службами спасіння, комерційними суднами, що задіяні в операції чи знаходяться в дотичному квадранті, а також судовласником.

Незважаючи на те, що штучний інтелект може робити власний вибір, ключовим є збереження людського контролю. Розробники та експерти беруть участь у створенні правил і дотриманні етичних стандартів. Це гарантує, що агентський штучний інтелект працює таким чином, щоб відображати людські цінності, допомагаючи використовувати технології безпечно та добре.

Висновки

- 1) Впровадження штучного інтелекту у процес прийняття рішень та контролю процесами надводних суден високого ступеня автономності є закономірним етапом розвитку технологій мореплавання та суднобудування.
- 2) Перехід на новий рівень мореплавства має забезпечити технологія AI-агентів, що забезпечить своєчасну та послідовну реакцію при виникненні ситуації лиха.

ЛІТЕРАТУРА

1. MSC.1/Circ.1638 3 June 2021 OUTCOME OF THE REGULATORY SCOPING EXERCISE FOR THE USE OF MARITIME AUTONOMOUS SURFACE SHIPS (MASS)

2. Патент України № 78762, МПК (2006) H04Q 7/32, B63B 49/00. Пристрій для цифрового вибіркового виклику з підвищеною оперативністю / Кошевий В.М., Шишкін О.В., Заїчко В.С. Опубл. 25.04.2007, бюл. № 5, 2007 р.
3. Miyusov M.V., Koshevoy V.M., Shishkin A.V. Increasing Maritime Safety: Integration of the Digital Selective Calling VHF Marine Radiocommunication System and ECDIS // TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 5, No. 2, June 2011, pp. 159 – 161.
4. Koshevyy V.M., Shyshkin O.V. Standardization of Interface for VHF, MF/HF Communication Using DSC within Its Integration with INS in the Framework of e-Navigation Concept. // TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 13, No. 3 – September 2019, pp. 593 – 596.
5. COMSAR 14/7 27 October 2009. Proposal for simplification of VHF DSC radiocommunication and increasing DSC efficiency. Submitted by Ukraine.
6. ETSI EN 300 338-8 V1.1.1 (2022-02) Technical characteristics and methods of measurement for equipment for generation, transmission and reception of Digital Selective Calling (DSC) in the maritime MF, MF/HF and/or VHF mobile service; Part 8: Enabling DSC radio equipment with remote control capabilities.
7. S. Sivakuma. Agentic AI in Predictive AIOps: Enhancing IT Autonomy and Performance. International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM), vol. 12, Issue 11, pp. 1631-1638, 2024. <https://ijsrm.net> ISSN (e): 2321-3418. DOI: 10.18535/ijsrm/v12i11.ec01
8. IEC 61162-450. Edition 1.0: International standard. Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Digital interfaces – Part 450: Multiple talkers and multiple listeners – Ethernet interconnection. (2011).

UDC 629.5.077.3(045)=111

SHIP ANCHORING METHODS

Antonyan David, student of group 1407, **Syemitko Volodymyr**, senior lecturer

¹*National University “Odessa Maritime Academy”, Ukraine*

ABSTARCT

Anchoring the vessel is a complex task requiring experience, knowledge, thinking ahead, and the ability to foresee all the possible consequences of any decision. There is represents a critical operation in that operator errors may produce immediate and significant accidents or create severe threats to the ship, its crew and cargo as well as the environment and other property. An anchor is an essential piece of equipment on a ship primarily used to hold a vessel in a particular position in the water against the force of currents, wind, or waves. A reliable anchor can be a vessel's best defence in emergencies, such as engine failure or adverse weather conditions.

Key words: Anchor, anchoring, dynamic loads; safe anchoring operation procedure.

Anchoring is one of the very frequent operations onboard ships. A number of variables and external factors influence the duration and location of an anchoring operation. Anchoring operation is part of a passage plan, which must be carefully planned, executed and monitored.

There are a number of reasons for a ship to anchor:

- Awaiting a berth, tide or pilot
- Cargo work
- Seeking shelter in case of cargo or ship damage
- Respite for crew under the MLC hours of rest requirements
- Lay-up.

In any of the above situations, prior to a ship arriving at an anchorage, an anchor plan should be prepared which will include an assessment of all associated risks, including the following:

- The ship's anchor system design, performance and limitations
- The designated anchorage, including the topography of the sea bed, location of pipelines and other hazards, expected weather and tidal conditions & range, and whether there is any shelter from expected weather
- The ship's draft, freeboard/windage, under keel clearance and propeller immersion
- The depth of water and scope of cable and preferred swinging circle
- The notice period for readiness & availability of the engine

Limitation of Anchoring Equipment

It is of utmost importance to understand the limitations of the anchoring equipment and the following must be borne in mind every time the anchoring equipment is put to use:

1. The anchoring equipment is intended for temporary mooring of a vessel within a harbour or sheltered area; when the vessel is awaiting berth, tide etc.

2. The windlass is not designed for stopping or holding a vessel, which is drifting as the maximum pulling capacity of the windlass, is usually about 10% of the chain Minimum Breaking Load. Therefore, it is important that the main engine is used to ease the strain on the chain and relieve the tension completely when heaving in the anchor; the chain must be nearly vertical to ensure low tension.

3. The windlass is usually designed for heaving a free hanging anchor from a depth of 82.5 meters (approximately three shackles length). Master should be familiar with the requirements of his ship specific equipment, for which he should be guided by the maker's manual.

4. Waves and swells can induce hazardous dynamic forces in to the anchoring system. When a anchored vessel is pitching and yawing due to heavy weather the tension of anchor chain can triple.

5. With the windlass engaged, especially when heaving, the hydraulic motor is the weakest link in the anchoring system. Therefore, if the anchor chain runs out, even very small, then the motor in most cases gets completely damaged requiring replacement.

6. The anchoring equipment is designed to hold a ship in good holding ground (sand, mud, clay, etc) to avoid dragging of the anchor. In poor holding ground (rocky, boulders, stones, etc), the holding power of the anchors is significantly reduced.

7. For design strength criteria of the anchoring equipment, a current speed of 2.5 m/sec and wind speed of 25 m/sec is assumed, based on a scope of chain between 6-10 times the water depth. Basis design strength, following components of the anchoring gear are likely to be damaged in case of an accident in the following sequence (weak to strong):

- a. Hydraulic motor
- b. Brake bands
- c. Anchor cable stopper
- d. Anchor cable

All crew to be familiar with design/ operating limitations of windlasses / anchoring equipment fitted on ship as per maker's manual [1, 8].

There are many ways to anchor ships. Duration and location depend on a number of variables and external factors. For example, wind direction and strength, current and tidal current. Consider the most common mounting methods

1. "Letting Go "or "dropping" for depths up to 20m.

The principle used in this method is for the anchor to slide with the cable under its own weight from the hawse tube. Line weight, windlass holding force and boat inertia are factors that must be controlled by the boat to ensure that the anchor is buried and the line is subsequently stowed to pull back. When approaching the place of anchoring, the speed of the vessel relative to the ground is reduced to zero with the help of the engines and the rudder, and at the same point, the anchor together with the cable can jump out under its own weight. When approaching the anchorage, the captains of the ships usually lower the anchor to the water level so that when the brakes are released, the cables can be freely extended. Sometimes, after a long sea voyage, the anchor could get stuck in the hawse pipe and not jump off it under its own weight. As a preemptive and good maritime practice, always check the condition of the winch brake pad prior to use.

2. "Walking back close to bottom and letting go" anchor just above the seabed for depths between 20 to 50m.

When anchoring in water of 20 to 50 meters depth, the free-fall anchoring from the cock-bill position may cause the cable to attain a dangerous speed as it runs out, the result being a parting of the entire cable. There is also risk that the anchor may fracture on striking the bottom at high speed. To prevent such hazards, walk back the anchor into the water until it reaches about 5m above the bottom. The brake should then be secured and the windlass taken off the gear. The anchor should be let go taking care that the vessel is moving astern such that the anchor cable will not pile up in a heap on the sea bottom. The required scope of the anchor cable must be paid out. Care is to be exercised in controlling the paying out speed and master must ensure that vessel speed over ground is less than the paying out speed. Increased vessel speed over the ground or uncontrolled paying out of the cable can cause the cable to be inadvertently paid out till the bitter end, thereby causing damage to the bitter end release arrangement, spurling pipe, windlass and finally to losing the anchor along with the cable.

3. "Walk back method ". Anchoring in water of 50 meters to 80 meters depth (Deep anchoring) by "paying out under power"

When anchoring in water of 50 meters to 80 meters depth, the anchor and the amount of cable intended for use are paid out by the walk- back method all the way under power. The windlass motor is the weakest link in the system and, if the windlass over-speeds, there is a risk that the motor will be damaged. When the required chain length is paid out, necessary to apply the cable lifter brake, close the chain stopper dog/guillotine bar and inserting the locking bolt and the securing pin if there is one. Wrong practice in dropping the anchor may cause chain entangling accidents or loss of the

anchor. Most accidents are caused by uncontrolled running-out speed of the anchor chain and poor condition of the brake when dropping the anchor. The running-out speed should be limited to 5-6 metres/sec. and the brake force must be used to control the speed.

However, if the water depth is above 80 metres, do not drop anchor as the maximum anchor depth for most vessels are designed to the rule of 82 metres (three shackles). The master should check the class limitation of the vessel to ensure the windlass heaving capacity limits do not exceeded for the anchoring depth. The cable length that should be released depends on factors such as water depth, draft, windage area, strength of wind and current, and anchorage congestion [2, 9].

Deep water anchoring safe practice by VLCC

VLCCs, because of their inertia, requires excellent caution while anchoring. They can suffer equipment failure if attempting to anchor while moving at speeds as low as half a knot over the ground. Hence, the vessel must be nearly stopped not only in the linear direction but axial, too, meaning the bow should not be swinging much either while anchoring. The depth at which the vessel can safely anchor is about 110m or less, beyond which the windlass may have extreme difficulty in recovering the anchor. "Anchoring into Deepwater," defined as the depth of water, is beyond 50 meters, must be carried out with "Walk-back Style. However, on the VLCC operation, there exists such significant inertia; Master can treat it with Walking-back style even in the anchorage where water depth is less than 50m. Walking back chains is more sensible, especially when the forecast shows strong wind/current in a high-density anchorage or anchorage with restricted area. Indistinct depth of water or nature of sea bed may also influence a master's decision. If the area where water is depth beyond 50m, the Master should be considered he is going to anchor into the "deep water," all chains must be drawn out by "Walk-back Style." Ship's heading on final approaching should be faced into the Wind and Current which can provide good advantage to control good ship's pose (heading) when Anchor just Folding and also for Minimizing of Swinging rate to windward or current-ward. Ship's speed during the Walk-back chain must be controlled as "0" with speed over the ground by GPS and Doppler Sonar, or less than the rate of Windlass Walk-back Capacity (Speed) [3].

Astern engine: Although, on R-FPP (Right turn Fixed Pitch Propeller) vessels, when the ship is propelling with the astern engine, the ship's head turns to the right as on theoretical; however, it is to be affected greatly by the primary inertia. Since in each case, Final inertia -way prior to anchoring is most affected to movement during Walk-back chains, this inertia can be managed occasionally with One Kick of Ahead Engine with Hard Angle of Rudder.

Walk Back speed

On the standard, the weighing chain speed is 15cm / second (= one shackle 27.5 meter / 3 minutes). Its corresponding to 0.3 kts of ship's speed. It means ships speed with combining turning rate and drifting to wind and current lee side should be controlled less than 0.3 kts against direction anchor chain is going. Do not use propelling beyond maneuvering Half Ahead / Astern Engine, except in emergency cases, once walk back is commenced. The status of brought-up anchor should be confirmed as holding chains by windlass brake after drawn out required length of chains. After the vessel is brought up, place the guillotine bar or other chain stopper device into the locked position, tighten the windlass brake and disengage the gear. The chain stopper must be properly located between links and secured with the safety pin. The chain stopper is designed to take the weight of the cable. The weight of the cable must not be on the windlass brake alone [4].

Use of anchors in an emergency

It may become necessary all of a sudden to drop anchor in an emergency in case of steering failure, probable collision, manoeuvring in shallow waters etc. Usually, letting go (dropping of anchor) is done to reduce the speed of the vessel as swiftly as possible to prevent any forthcoming mishap.

Anchoring systems and procedures

It is fortunately rare to have to anchor a ship in an emergency. In most circumstances it is unlikely that the ship's anchors would be capable of stopping a large vessel if the rate of drift at the time of deployment is in excess of about a half a knot. As anchor holding power is not proportional

to vessel size, the larger the vessel, the less effective emergency anchoring is likely to be in arresting the vessel's motion. Despite this, in an emergency every available means, including use of the anchors, should be considered for use. The factors likely to impact on the success of emergency anchoring include:

- Size of the vessel
- speed over the ground
- steepness of the seabed and proximity of shoals
- nature of the seabed and anticipated holding power of the anchors
- environmental conditions
- condition of the ship's propulsion and steering systems
- status of the anchoring equipment
- availability and capability of tug support.

In emergency situations it is recommended that anchors are made ready for use at the earliest opportunity [5].

If the water depth is deeper than the length of the available cable, the anchors may be walked-out to about 3 shackles in the water and then the brake and chain stopper applied. The anchors and cable may have the effect of a drogue and may also help to keep the ship's head to the weather.

If the water depth is suitable, it may be possible to slow or stop the vessel's drift by lowering the anchors on the brake until such time as they start to drag along the seabed. The actual length of cable deployed will vary with the depth of water and the vessel's size. For larger vessels, the amount of cable on the bottom should initially be short but can be gradually increased as the ship's speed decreases. This action should bring the ship's head into the weather and slow her speed over the ground. This is unlikely to be successful on a rocky seabed but should still be attempted [6, 7].

Conclusion

Anchoring is a critical operation on vessels. Recently there has been an increase in the number of accidents involving anchor cables becoming entangled or anchors and cables being lost. These accidents have mostly been caused by mistakes being made in the operation of letting go the anchor. In particular, most accidents have been caused by not controlling the running-out speed of the anchor cable, that is, without braking when the anchor is let go. Anchoring must be pre-planned in detail, and a pre-anchoring meeting must be held to ensure complete understanding by everyone involved in the anchoring operations. Good bridge management in anchoring operations is the key to achieving safe anchoring and avoiding accidents.

REFERENCES

1. What Are "Let Go" and "Walk Back" Ship Anchoring Methods? Abhishek Bhanawa ,July 22, 2021 Marine Navigation, Ship Anchoring
2. Anchoring and Anchor Watches, [2019 https://knowledgeofsea.com/chartering-terms/](https://knowledgeofsea.com/chartering-terms/)
3. OCIMF. (2010). Anchoring Systems and Procedures. London: Witherby Publishing Group Ltd.
4. Anchoring Guidelines: A Risk-Based Approach, INTERTANKO 2019
5. Ship Anchor and Ship Anchoring Methods. Marine Digital GmbH Maria-Goeppert-Str. 3, 23562 Lübeck https://marine-digital.com/article_ship_anchoring_methods
6. Rajeev Jassal -The Ultimate Actionable Guide of Anchoring a Ship , February 13, 2016
7. How to prevent anchoring failures , Maritime Knowledge SAFETY4SEA,The Editorial Team July 27, 2018
8. Anchoring Methods, March 14, 2021 <https://knowledgeofsea.com/anchoring-methods/>
9. Anchoring procedures enhanced, Knowledge of sea, Apr. 08, 2021

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ ЗІТКНЕНЬ АВТОНОМНИХ СУДЕН

Білий І.Ю., курсант 1501 група, Бурмака І. О., д.т.н., професор,
Онищенко О. А., д.т.н., професор

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Розходження морських суден – це маневри, у яких два і більше суден, що рухаються в близькій зоні і роблять відповідні дії для запобігання зіткненню. Це ключовий аспект безпеки судноплавства, який регулюється міжнародними правилами, наприклад, Міжнародними правилами попередження зіткнення суден у морі, що визначають пріоритети дій, сигнали та загальні рекомендації для операторів суден. Зовсім недавно, з розвитком автономних (безпілотних, розумних, смарт, USV) суден, центром досліджень стало вирішення зіткнень таких суден за допомогою штучного інтелекту [1-4].

Традиційно, маневри уникнення зіткнення та розходження суден визначаються рядом факторів, такими, як: а) напрямок руху, б) вид суден, їх розміри та обмеження на маневреність, в) умови видимості та погодні умови. Загалом, в основі маневрів розходження лежать три основні сценарії руху: зближення зустрічних курсів (судна йдуть назустріч один одному, а курси протилежні чи майже протилежні); перетин курсів; обгін.

Сучасне судноплавство використовує автоматизовані системи попередження зіткнень, наприклад, такі, як AIS (автоматична ідентифікаційна система), ECDIS (електронні карти та інформаційні системи) тощо. Ці системи відстежують місцезнаходження суден у реальному часі та попереджають про можливі конфлікти курсів. Наприклад, у [3-7] демонструється внесок автоматизації в покращення безпеки та ефективності автономного судноплавства. У новітніх наукових статтях обговорюються різні аспекти автоматизації, від управління судном до сучасних систем курсовказання, які сприяють мінімізації ризиків на воді та підвищенню точності навігації. Технологічні інновації штучного інтелекту в цих галузях розширюють можливості автономних суден, роблячи їх більш конкурентоспроможними і безпечними в довгостроковій перспективі [5-7]. Безумовно, ефективна реалізація безпечного розходження та уникнення зіткнень використовує системи автопілотування, дистанційного управління і комунікації (див. рис. 1), що суттєво знижує ризики аварій.

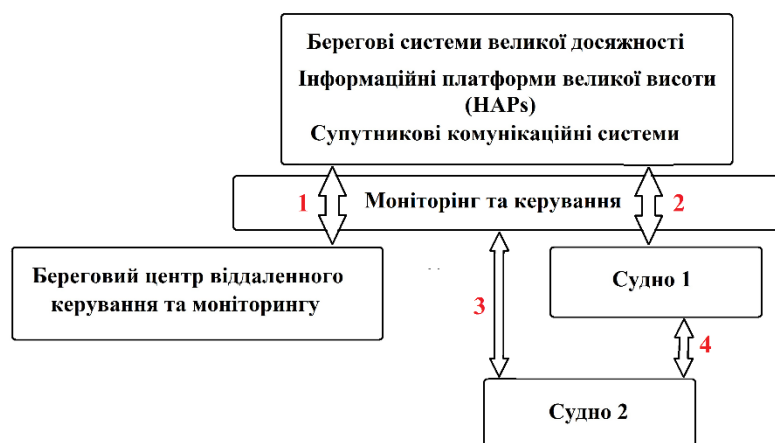


Рисунок 1. Типова комунікаційно-керуюча структура взаємодії автономного судна при маневрах уникнення зіткнення

Такі сучасні системи, також, використовують принципи, засновані на штучному інтелекті. При цьому, важливість якості функціонування інтелектуальної системи розходження пояснюється тим, що а) у будь який момент часу комунікації 1, ..., 4 (рис. 1)

можуть короткочасно, а інколи і на тривалий час, зникнути; б) для смарт-суден останніх поколінь, рішення про безпечний маневр повинно прийматися автономно, у повній відсутності рішень і керуючих впливів оператора.

За своєю суттю, всі методи уникнення зіткнення, є методами запобігання зіткнення. Ці методи включають три основні процеси: а) прогнозування руху, б) виявлення небезпечної (конфліктної) ситуації, в) вирішення її.

А) Прогнозування руху є важливим модулем запобігання зіткненням для автономних і будь-яких інших суден. Воно включає процес прогнозування траєкторій і можливих перешкод, та передбачає оцінку майбутнього стану руху судна. Зазвичай, це виконується на основі поточного положення судна, швидкості, курсу судна та поточного і можливого впливу зовнішніх факторів (вітер, течії, хвилі). П'ять - десять секунд прогнозованого руху судна дає оператору і системі управління достатньо часу, щоб уникнути серйозного зіткнення, а інтелектуальному судну - прийняти найкраще рішення. Типова структура управління рухом автономного судна наведена на рис. 2.



Рисунок 2. Типова структура системи управління автономного судна

Зараз існують різні за рівнем складності технічної реалізації методи планування шляху для «розумних» суден, які ураховують можливості зустрічі з декількома суднами, мають унікальні алгоритми уникнення зіткнень, оцінюють найкоротші траєкторії уникнення зіткнення, оцінюють ризики зіткнення. Такі методи поєднують в собі модель динаміки руху судна та контролери для прогнозування і керування процесом автоматичної зміни курсу судна, забезпечуючи ефективне уникнення зіткнення.

Відомі алгоритми для прогнозування руху судна - на основі методу модифікованої коваріації (MCOV) і нейронної мережі (NN), алгоритми передбачення стану судна та планування безпечного маршруту (використовуючи невідстежуваний фільтр Калмана (UKF) для визначення часу до найближчої точки зближення (ТСРА) та відстань до найближчої точки зближення (ДСРА) за координатами та геометричними даними суден). Є ще декілька алгоритмів прогнозування, реалізованих у автономних суднах, які є дуже ефективними і достатньо точно оцінюють найкоротші траєкторії уникнення зіткнення, оцінюють ризики зіткнення. Всі ці алгоритми зараз активно уточнюються та удосконалюються.

Б) Виявлення конфлікту стосується того, чи має судно вжити заходів ухилення і коли це необхідно зробити. Це виявлення ґрунтується на передбаченні (прогнозі) руху судна, для того щоб визначити, скільки суден (два або більше) піддаються ризику зіткнення у найближчому майбутньому. Виявлення конфлікту, на практиці виробітку алгоритму керування, складається з трьох етапів:

- розпізнавання потенційного зіткнення (з можливим віддаленим сповіщенням оператора);

- запуск/активація системи самостійного пошуку способів уникнення зіткнення;
- оцінка ризиків, пов'язаних з альтернативними рішеннями або діями щодо уникнення.

Перші два етапи зосереджені на сценаріях з урахуванням ризику, а останній зосереджений на прийнятті рішень у відповідь на визначений ризик.

Моделювання ризику зіткнення суден і ймовірнісна оцінка ризику зіткнення забезпечують ефективні стратегії керування судном. Майже всі стратегії використовують моделі динамічної області руху судна і пропонують методологічний підхід для виявлення можливих сценаріїв зіткнень і визначення розподілу "гарячих" точок ризику зіткнення в певній зоні, надають підтримку для визначення зон високого ризику зіткнення та розподілу ризику в часі та просторі. Що стосується оцінки ризику та ймовірності зіткнення, багато алгоритмів керування використовують дані AIS для аналізу поточної ситуації.

В) В основі запобігання зіткненню суден лежить вирішення конфлікту, який є процесом вжиття відповідних заходів (керуючих впливів) для уникнення зіткнення після виявлення і оцінювання ризику зіткнення. З аналізу існуючих і перспективних технологій запобігання зіткненню автономних суден, можна визначити шість їх основних груп.

Перша - це уникнення зіткнень на основі правил "Якщо - Тоді". Ця система основана на нечіткому висновку (фаззі-логіка) у процесі/алгоритмі прийняття рішень на основі правил «Якщо - Тоді» та інтеграції процесів управління з використанням програмної платформи MATLAB. Така система прийняття рішень та управління, побудована на основі нечіткої логіки, значно покращує безпеку суден завдяки попередженню та уникненню зіткнень.

Друга група - визначення руху судна за допомогою розрахунку віртуального векторного поля, де використовується для оцінки ризику зіткнення судна байєсівська теорія та вектори релевантності (RVM). Практично підтверджено, що такий підхід суттєво покращує точність і ефективність прогнозованих параметрів руху судна у динамічному оточуючому середовищі.

Третя група основана на дискретизації можливих сценаріїв розходження з обранням оптимального шляху. Тут визначається оцінка ймовірності зіткнення суден на основі перехресної ентропії, яка, у свою чергу, дозволяє отримати найбільшу низьку дисперсію ймовірності зіткнень і на цій основі виробити безпечне керування судном.

Четверта група технологій запобігання зіткнень, представляє зіткнення як обмеження руху і використовує алгоритм Velocity Obstacle (VO) для підтримки уникнення зіткнень із цільовим судном із нелінійно передбачуваною траєкторією. Алгоритм, оснований на відображенні впливу часу зіткнення що залишився, шляхом визначення чутливості до ефекту часу зіткнення, що залишився. Використання алгоритму забезпечує раннє попередження про можливі небезпечні зіткнення та надає більше цінного часу для судна, щоб виконати маневри уникнення зіткнення. Алгоритм VO використовується і для оптимізації руху декількох суден, прогнозування та розрахунку ризику зіткнення між суднами.

П'ята група, це метод перепланування, який перетворює задачу уникнення зіткнення суден у задачу планування шляху. Тут використовується вдосконалений метод штучного потенціального поля (APF), керований планом маршруту, метод швидкого локального планування шляху (FLPP) і метод динамічного цільового орієнтування (APF), які забезпечують технічну підтримку для автономної навігації та прогнозу зіткнення суден. Модифікація цього методу використовує повністю автономний алгоритм уникнення зіткнень - метод швидкісного бар'єру, який включає алгоритм перепланування шляху з об'єднанням динамічної моделі суден, моделі руху зустрічного судна і міжнародних правил уникнення зіткнень на морі.

Шоста група складається з гібридних алгоритмів, таких як алгоритм для інтелектуального планування шляху судна, який покращує типовий алгоритм штучного

потенційного поля (APF) і метод швидкісної перешкоди (VO), поєднуючи їх з міжнародними правилами уникнення зіткнень у морі. Більшість інтелектуальних гібридних алгоритмів уникнення зіткнень, засновані на процесах глибокого навчання нейронних мереж з підкріпленням актуальними даними.

Накопичення практичних результатів використання сучасних технологій, що забезпечують безпеку автономного судноплавства дає чіткі орієнтири для майбутніх напрямків досліджень. Використав всебічний огляд історії розвитку інтелектуальних суден, галузевих рекомендацій і сучасних навігаційних технологій, можна визначити чітку перспективу щодо майбутнього напрямку використання технології автономної навігації для розумних суден. Перспективні судові навігаційні системи реалізовуватимуть інтегровану обробку AIS, радіолокаційних, інфрачервоних і візуальних даних шляхом злиття мультимодальних технологій, підвищуючи надійність і адаптивність систем до ситуативних змін навколишнього середовища. Розвиток розумних суден суттєво виграє від використання апробованих міждомених технологій (Інтернету речей, аналітики великих даних, хмарних обчислень тощо). Інтеграція цих технологій забезпечить розумні судна потужними можливостями обробки та аналізу даних, забезпечуючи віддалений моніторинг у реальному часі та підтримку прийняття рішень. Зі стрімким розвитком технологій штучного інтелекту трансформація судноплавної галузі стала незворотною тенденцією. Суть технології «розумного судна» полягає в штучному інтелекті та автоматизації систем навігації суден. Напрями розвитку таких систем спирається на поглиблене застосування алгоритмів глибокого та машинного навчання для досягнення точної ідентифікації та аналізу динамічних змін у морському середовищі. Завдяки цим вдосконаленим алгоритмам система управління зможе забезпечувати не тільки високоефективне і безпечне керування, а і всебічну віддалену інформаційну підтримку, моніторинг оточення тощо.

Розумні кораблі стають більш автономними, але проблеми, пов'язані з цим, не можна ігнорувати. Співпраця людини і машини все ще відіграє вирішальну роль у забезпеченні безпечної експлуатації суден. На даному етапі, коли ще велику роль на управління судном відіграє екіпаж чи віддалений оператор, проекти розумних суден повинні більше зосереджуватися на оптимізації взаємодії людини і машини, забезпеченні інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів користувача та інструментів підтримки прийняття рішень, які дозволяють ефективно контролювати всі системи автоматизації судна. Крім того, необхідно забезпечити безпеку даних і захист конфіденційності від кібератак, з якою обов'язково зіткнуться системи розумних кораблів. Подолавши ці виклики, технології управління розумними суднами зможуть краще відповідати зростаючим вимогам автономної морської навігації, забезпечуючи безпечніші, ефективніші та надійніші морські операції навіть у найскладніших і динамічних середовищах.

ЛІТЕРАТУРА

1. de Vos J., Hekkenberg R.G., Banda O. The impact of autonomous ships on safety at sea-A statistical analysis. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* 2021, 210, 107558.
2. Askari H.R., Hossain M.N. Towards utilizing autonomous ships: A viable advance in industry 4.0. *J. Int. Marit. Saf. Environ. Aff. Shipp.* 2022, 6, 39–49.
3. Wang C., Cai X., Li Y., Zhai R., Wu R. etc. Research and Application of Panoramic Visual Perception-Assisted Navigation Technology for Ships. *J. Mar. Sci. Eng.* 2024, 12, 1042.
4. Wu Y, Chu X., Deng L., Lei J. etc. A new multi-sensor fusion approach for integrated ship motion perception in inland waterways. *Measurement.* 2022, 200, 111630.
5. Xing W. Contemplating Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) under the international law on ship-source pollution. 2024 *Marine Pollution Bulletin*, 207. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116884>.

6. Jing M., Zheng W. Analysis on design scheme of autonomous ship cooperative control. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020, 1486, 072062. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1486/7/072062>.
7. Розвиток дистанційних технологій керування судном як фактор забезпечення безпеки судноплавства. Мельник О. М., Онищенко О. А., Волошин А. О., Васалатій Н. В., Логінов О. В. Розвиток транспорту. 2020, 3(14), 179-191. <https://doi.org/10.33082/td.2022.3-14.13>.
8. Burmaka I., Vorokhobin I., Melnyk O. etc. Method of prompt evasive maneuver selection to alter ship's course or speed. *Transactions on Maritime Science*. 2022, 11(1), 1-9. <https://doi.org/10.7225/toms.v11.n01.w01>

УДК 629.54–52

MASS: РОЗВИТОК ТА ПРОБЛЕМИ В МОРСЬКІЙ НАВІГАЦІЇ

Бобурчак В.Ю., курсант ННІН групи 1402, **Жуков Д.С.,** старший викладач кафедри УС

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ

Морська навігація грає важливу роль у глобальній економіці, забезпечуючи перевезення значних обсягів товарів між країнами. У останні роки науковці та компанії все частіше обговорюють можливість використання автономних кораблів, відомих як MASS (Maritime Autonomous Surface Ships), тобто морські автономні надводні судна. Ця концепція передбачає створення кораблів, які зможуть функціонувати з мінімальною участю людини або навіть повністю автономно.

1. MASS: Основні поняття і рівні автономності

MASS, або морські автономні надводні судна, класифікуються за різними рівнями автономності. Згідно з класифікацією Міжнародної морської організації (ІМО), існує чотири рівні автономності:

Рівень 1: Корабель має автоматизовані системи, але управляється екіпажем на борту.

Рівень 2: Дистанційно кероване судно з екіпажем, що може втрутитися в управління при необхідності.

Рівень 3: Дистанційно кероване судно без екіпажу на борту.

Рівень 4: Повністю автономне судно, яке може самостійно ухвалювати рішення без втручання людини.

2. Переваги використання MASS у морській навігації

1. **Підвищення безпеки.** MASS можуть зменшити людські помилки, які часто стають причиною аварій та інцидентів у морській навігації.
2. **Зменшення витрат на екіпаж.** Автономні судна дозволяють знизити витрати, пов'язані з оплатою праці екіпажу, а також з потребами у життєзабезпеченні.
3. **Зменшення впливу на довкілля.** Завдяки високотехнологічним рішенням, автономні судна можуть використовувати оптимізовані маршрути і ефективніше витрачати паливо.
4. **Підвищення ефективності логістики.** MASS здатні взаємодіяти з іншими автономними транспортними засобами для створення "розумних" логістичних ланцюгів.

3. Технічні виклики при розробці MASS

1. **Розробка надійних систем управління.** Створення алгоритмів, що здатні замінити рішення досвідчених морських офіцерів, є складним завданням. Системи мають враховувати динамічні зміни у морському середовищі, такі як погодні умови, течії та інші кораблі.

2. **Системи виявлення і ухилення від зіткнень.** Для автономних суден критично важливою є здатність виявляти перешкоди і уникати зіткнень. Це вимагає вдосконалених сенсорів, таких як радари, лідари та камери з штучним інтелектом.
3. **Надійність систем зв'язку.** Для дистанційно керованих суден необхідно мати стабільний зв'язок із центром управління. Збої в комунікації можуть призвести до втрати контролю над судном.
4. **Кібербезпека.** Автономні судна є потенційними цілями для кібер-атак, які можуть вплинути на навігацію, зв'язок та управління. Для захисту таких суден необхідно впроваджувати сучасні технології кібербезпеки.

4. Юридичні та нормативні питання

1. **Міжнародне законодавство.** У світі немає єдиних правил, що регулюють рух автономних суден, а також обов'язки та відповідальність екіпажу. Міжнародна морська організація (ІМО) працює над розробкою стандартів та норм для автономних кораблів.
2. **Відповідальність за інциденти.** Питання відповідальності в разі аварії або інциденту з участю автономного судна залишається відкритим. У разі відсутності екіпажу важко визначити, хто повинен нести відповідальність: власник, оператор чи розробник програмного забезпечення.
3. **Ліцензування та сертифікація.** Необхідно створити нові стандарти сертифікації для автономних суден, що враховуватимуть як технічні, так і юридичні аспекти їх експлуатації.

5. Потенційні ризики і проблеми

1. **Технічні збої.** Автономні судна повністю покладаються на технічні системи. У разі збою в одній із систем судно може втратити управління.
2. **Проблеми етики.** Використання автономних кораблів породжує питання етики щодо заміщення робочих місць, оскільки багато моряків можуть залишитися без роботи.
3. **Залежність від технологій.** Автономні судна покладаються на складні технології, що можуть стати жертвою збоїв, атак або не передбачених обставин.

Висновок

Розвиток MASS представляє значний прорив у морській навігації, пропонуючи підвищення безпеки, зменшення витрат і поліпшення екологічних показників. Однак, попри всі потенційні переваги, автономні судна стикаються з численними технічними, юридичними та етичними проблемами. На сьогодні необхідно продовжувати наукові дослідження, розробку стандартів і випробування MASS, щоб забезпечити їхню ефективну та безпечну експлуатацію у майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

1. International Maritime Organization. "Autonomous shipping." Accessed [дата].
2. Lloyd's Register. "MASS: Development and Challenges." Accessed [дата].
3. "Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) and Legal Challenges." Ocean Policy Research Foundation, 2021.
4. Zhukov, D., "Cybersecurity in Maritime Autonomous Surface Ships." Journal of Maritime Studies, 2020.

УДК 629.561.1:656.618-049.5

ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ БУКСИРНИХ ОПЕРАЦІЙ

Бурмака І. О., завідувач кафедри «УС», професор, доктор, КДП, **Жуков Д.С.**, старший викладач кафедри «УС», КДП

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Випадки загибелі буксирних суден під час буксирувальних операцій порушують низку питань щодо безпечного проведення буксирування судів різними типами буксирів. У контексті буксирування важливо розуміти, що буксири з різними конструктивними особливостями по-різному поведуться під час буксирних операцій. Це може бути, але не обмежується, комбінацією профілю корпусу, типу двигуна та/або керма, конфігурації підрулюючого пристрою та конструкції буксирної лебідки, потужності та розташування.

Конвенційні буксири

Ці буксири використовуються в усьому світі і мають різні характеристики. Ці буксири можуть бути оснащені фіксованими гвинтами, одногвинтовими або двогвинтовими (лівого або правого обертання) і одинарними рулями з фіксованими соплами. Нові буксири можуть мати рульове управління або сопла, гвинти з регульованим кроком і носові рулі.

Буксири можуть бути оснащені тунельними або висувними азимутальними підрулювачами, і їх загальні характеристики такі:

- Маневрений і ефективний для більшості робіт, але менш маневрений, ніж азимутальні буксири з кормовим приводом (ASD) або тракторні буксири.
- Хороша керованість, особливо як буксир, що тягне вперед.
- Хороша морська здатність.
- Хороша тяга тумби до вихідної потужності.
- Пункт буксирування зазвичай розташований у кормовій частині середини судна.
- Тяга заднього кнехта зменшена до 50% від тяги переднього кнехта.
- Підвищений ризик поздовжнього або поперечного перевертання під час буксирування.

Положення полюсу повороту, коли жоден буксирний трос не працює, схоже на звичайне судно, приблизно в одній чверті від носа буксира. Після того, як буксирний трос прикріплено, точка повороту переміщується назад до точки буксирування, як правило, буксирного гака. Ця відстань від керма буде змінюватись, хоча поворотний момент все ще буде помітним. Якщо буксир тягне кормою, існує підвищений ризик поперечного перевертання. Використання гнучкого дроту переміщує точку буксирування назад, дозволяючи буксиру тягнути за корму зі знизеним ризиком поперечного перевертання. Це значний ризик для звичайних буксирів, і вихід із ситуації, що склалася, лише маневруючи, часто неможливий.

Буксир обладнаний азимутально - пропульсивним рушієм (ASD)

Цей тип буксира оснащений двома азимутальними підрулюючими двигунами в соплах на кормі та носовими підрулюючими двигунами у тунелю. Деякі буксири оснащені гвинтами з регульованим кроком (CPR).

Загальні характеристики буксирів ASD:

- Низька відносна осадка.
- Хороші характеристики кермування, за винятком руху заднім ходом на вищих швидкостях.
- Точка буксирування знаходиться попереду або ззаду від середини судна.
- Підводна форма корпусу покращує динамічну стійкість буксира.
- Тягова сила на гаке, що йде за кормою, зменшується лише приблизно на 10%.
- Маневрений і здатний ефективно перетягувати корму або ніс.
- Буксирні лебідки часто встановлюються як спереду, так і ззаду.
- Під час буксирування через корму існує ризик поздовжнього або поперечного перевертання.
- Уміння капітанів буксиру працювати з носовою лебідкою.

Тракторні буксири

Конструкція тракторних буксирів не схожа на звичайні буксири. Пропульсивні комплекси таких буксирів мають повністю обертові лопаті з регульованим кроком, здатні створювати тягу в будь-якому напрямку та діяти як кермові агрегати або азимутальні гвинти

з фіксованим або регульованим кроком. Силові агрегати розташовані далеко попереду точки буксирування, близько до точки повороту, що створює великий обертовий момент. Це потенційно призводить до поганої керованості буксира, яку можна покращити встановленням великого скега по центральній лінії.

Їх загальні характеристики:

- Повна потужність доступна в усіх напрямках.
- Швидка реакція на рух двигуна.
- Дуже маневрені, особливо в тісному морському просторі.
- Зменшення ризику поздовжнього або поперечного перевертання.
- Знижена маневреність при буксируванні вперед на вищих швидкостях.
- Знижена курсова стійкість, особливо у відкритих водах.
- Знижена тяга на гакі відносно кіловат потужності двигуна.
- Відносно глибока осадка, отже, збільшує ризик пошкодження буксира через посадку на мілину.
- Для капітанів таких буксирів потрібна додаткова посилена підготовка.

Роторний буксир

Роторний буксир є запатентованою конструкцією буксира і відрізняється від інших. Він використовує рушійну конфігурацію, що складається з трьох азимутальних двигунів, розташованих у трикутній конфігурації, яку іноді називають потрійним приводом Z. Два блоки розміщуються спереду і один ззаду на центральній лінії буксира. Повідомляється, що маневреність цього типу буксира краща, ніж інші звичайні конструкції. Багато портів використовують цей тип конструкції для допомоги судам.

Характеристики роторного буксира включають:

- Дуже маневрений, корисний у обмеженому просторі.
- Рівноцінна можливість буксирування за допомогою передньої або задньої буксирної лебідки.
- Хороші буксирні характеристики буксирування кормою або носом; 100% зусилля на гакі вперед і назад; 65% зусилля на гакі в поперечному напрямку.
- Хороше залишкове резервування в разі відмови одного з двигунів.
- Потрібна додаткова підготовка капітанів таких буксирів.

Незалежно від типу буксира, важливо, щоб капітан буксира був повністю знайомий зі своїм судном; це стосується того, як буксир веде себе за різних обставин. Досвід показує, що нещасні випадки трапляються, коли людина новачок у буксировці, що підкреслює необхідність навчання персоналу безпечним методам експлуатації та безпечному використанню засобів керування.

Управління буксиром та планування на випадок надзвичайних ситуацій

Буксир та буксирований об'єкт повинні завжди відповідати місцевим правилам плавання та Міжнародним правилам запобігання зіткненню суден у морі 1972 року (COLREGs). Основи судноводіння для буксира такі ж, як і для інших суден, і досвід показує, що постійне спостереження залишається основним, яким би складним не було електронне навігаційне обладнання на містку. Особливі труднощі виникають у буксирів та буксированих об'єктів при проходженні вузькостями або між мостами. Морський простір стає обмеженим, конструкції мосту можуть створювати вихори та течії. Під час наближення до мосту буксирування завжди має бути під контролем, і буксирний трос можна вкоротити, щоб допомогти в цьому.

Розумний план буксирування повинен включати ситуації «а що, якщо», несподівані події, які можуть статися під час буксирування. Ця підготовка може бути офіційним планом для конкретних непередбачених випадків та/або навчання. Завжди слід враховувати, як перемістити персонал і обладнання на буксироване судно або підрозділ під час надзвичайної ситуації. Персонал повинен завжди носити рятувальні жилети та використовувати засоби зв'язку та портативні ліхтарі в темряві. Безпека персоналу має першочергове значення.

Плани на випадок непередбачених обставин можуть включати наступне:

- Ситуація з поздовжнього або поперечного перевертання.
- Розрив буксиру .
- Несправність буксирних пристроїв.
- Посадка буксира або об'єкту буксирування на мілину.
- Втрата цілісності корпусу буксиру або буксируваного судна.
- Зіткнення або контакт з нерухомим об'єктом або установкою.
- Відмова основної силової установки або втрата електроенергії.
- Відмова рульового керування та/або інших критичних систем керування.
- Людина за бортом.
- Пожежа на містку, у житловому приміщенні або машинному відділенні.
- Дії, які необхідно вжити у разі несподіваної поганої погоди.

Питання остійності буксирних суден

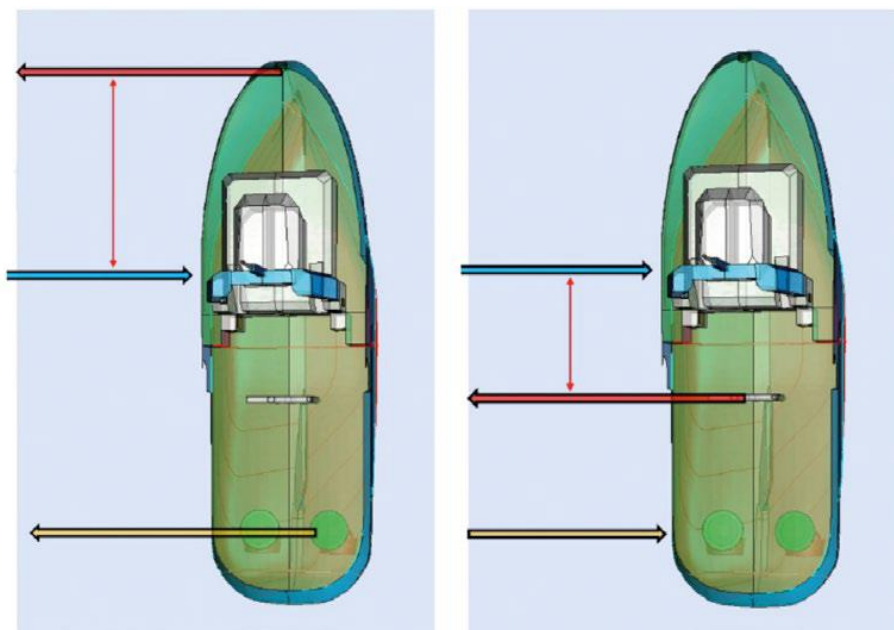
Зокрема, звичайні буксири можуть відчувати дуже великі зусилля буксирувального канату, іноді перевищуючі силу тяги на гаки. Потрібна хороша статична та динамічна остійність, щоб витримати високі навантаження, які можуть виникнути. ІМО встановила критерії, включаючи вимоги до кривої статичної остійності, які застосовуються до суден довжиною понад 24 метри на міжнародних рейсах. Інші адміністрації та класифікаційні товариства встановили власні стандарти для малих буксирів і робочих човнів. Міжнародна асоціація класифікаційних товариств (IACS) у 1998 році рекомендувала додаткові критерії остійності, але вони не є обов'язковими. Вимоги до остійності, особливо для невеликих буксирів і робочих човнів, не узгоджені на міжнародному рівні і не завжди враховують великі навантаження буксирної лінії. Незважаючи на те, що обсяг доступних даних про остійність може регулюватися державою прапора або класифікаційним товариством, можливо, що на борту немає конкретних даних щодо великих сил буксирного канату. Капітан буксира повинен знати вимоги щодо безпечної остійності свого судна. Остійність буксира визначається моментом, що кренить, який виникає під час буксирування, і запасом міцності, який застосовується. Органи влади можуть по-різному оцінювати запас остійності. Момент, що кренить, може бути викликаний:

- Буксирований об'єкт, коли буксир тягне за буксирний трос.
- Коли момент крену спричинений спільною рулів, гвинтів, буксирного канату або гідродинамічної бічної сили на корпус.
- Поєднання вищезазначеного.
- Надходження води.

Сили під час буксирування в горизонтальній площині

Силі буксирного канату має протидіяти буксир, і це робиться силами штовхача, або силами опору, або комбінацією обох. У випадку буксира з передньою точкою буксирування та азимутальними рушіями, розташованими на кормі, для горизонтальної рівноваги необхідна сила рушія в напрямку буксирної лінії. У випадку буксира з кормовою точкою буксирування необхідна сила підштовхувача в протилежному напрямку від буксирного канату.

Це означає, що разом із силою буксирного канату на буксир діють дві інші сили: сила опору та сила підштовхувача. Сили підштовхувача можуть діяти в тому ж напрямку, що й буксирний трос, протидіючи моменту, що кренить, або в протилежному напрямку, тим самим збільшуючи моменту, що кренить.



Передня точка буксирування: поворот проти годинникової стрілки, нейтралізується стабілізуючою силою тяги

Задня точка буксирування: поворот за годинниковою стрілкою, нейтралізується дестабілізованою силою тяги

Рис.1 Сили при буксируванні в горизонтальній площині

Сили під час буксирування у вертикальній площині

Горизонтальні сили проектується у вертикальній площині, як показано на рисунку 2. Сила буксирного канату, а також сили лобового опору й тяги спричиняють момент крену, якому має протидіяти момент поперечної остійності буксира.

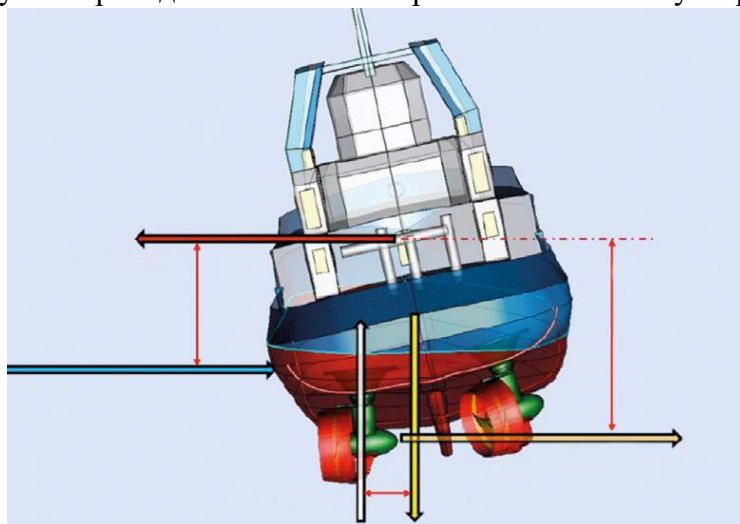


Рис. 2 Сили під час буксирування у вертикальній площині

Момент поперечної остійності складається з двох протилежних сил: вертикальної сили ваги, що діє вниз, і сили плавучості, що діє вгору. Важіль цього моменту називається **GZ**.

Важіль остійності GZ

Остійність буксира визначається центром ваги над кілем KG (з поправкою на вплив вільної поверхні з відстанню GG' на відстань KG'). При заданому нахилі вага буксира, що діє через G', прагне ще більше нахилити буксир. У випадку позитивної остійності цьому протидіє виштовхувальна сила, що діє у вертикальному напрямку, і зміщується від свого положення у

вертикальному положенні В до його похилого положення В φ . Поки центр плавучості зміщується більше вправо, ніж центр ваги, існує позитивний момент (або важіль) остійності для повернення буксира у вихідне положення. Остійність буксира представлена значенням $G'Z$, виправляючим важелем стійкості. Виправляючий важіль остійності

$$G'Z = KN \sin \varphi - KG' \sin \varphi.$$

Значення $KN \sin \varphi$ залежить від форми корпусу, нахилу, осадки та диферента. Значення KG' залежить від стану завантаження буксира. Для малих кутів положення N наближається до положення M , метацентру. Тому для малих кутів важіль остійності може бути апроксимований як

$$G'Z = G'M \sin \varphi,$$

а момент вертикального крену

$$Mst = G'M \sin \varphi \times \Delta.$$

(Де Δ = водотоннажність судна).

Традиційні критерії буксирування повинні забезпечувати достатню остійність для запобігання перекиданню у випадку затягування, коли буксирний трос чинить максимальну силу тяги перпендикулярно до діаметральної площини судна. Така ситуація може розвиватися швидко, і буксири повинні бути сконструйовані з достатньою остійністю, щоб пережити такі події. Оскільки буксирний трос у більшості випадків буде діяти горизонтально або вгору, вертикальна складова сили буксирного троса часто не враховується. Здатність буксира протистояти зусиллям буксирувального канату в небезпечних ситуаціях покращується певними характеристиками буксира, які можуть включати розташування та висоту точки буксирування та, наприклад, якщо буксир обладнано буксирним гаком, що рухається радіально. Капітани буксирів повинні бути уважними до небезпеки перекидання, яка може статися, коли буксирний трос досягає великого кута до центральної лінії буксира, а швидке відпускання не може бути активовано та виникає буксирне кільце яке може опоясати буксир.

До додаткових причин, через які буксир може перекинутися в ситуації нахилу, належать:

- Малий надводний борт.
- Погана крива остійності важелів випрямлення.
- Відчиненні водонепроникні двері та порти.

Щоб зменшити небезпеку, пов'язану з поздовжнім перевертанням, особливо з невеликими буксирами, рекомендується наступне:

- Буксирний механізм повинен звести до мінімуму момент перекидання через хід буксирного троса, включаючи положення буксирного гака та лебідки.
- Буксирувальний гак повинен мати надійний засіб швидкого звільнення, здатний працювати в будь-яких умовах.
- Механізм розблокування має бути сконструйований таким чином, щоб активуватись локально, та з рульової рубки.
- Усі члени екіпажу повинні бути знайомі з характеристиками системи, і її необхідно постійно перевіряти.
- Технічне обслуговування буксирного механізму повинно проводитися кваліфікованими особами.
- Під час буксирування такі отвори, як водонепроникні двері та порти, повинні бути закритими.
- Машинні відділення повинні бути обладнані вентиляторами з високим комінгсом; повітропроводи повинні бути обладнані засобами автоматичного закриття.

Буксирні операції

Наближення до носової частини судна або баржі

Якщо буксир наближається до судна, що йде попереду, на швидкості попереду від полюсу повороту, його буде відштовхнуто, а якщо він наближається з корми до полюсу повороту, ефект всмоктування буде незначним або відсутнім. Цей ефект всмоктування посилюватиметься, коли буксир наближається до корми або чверті судна, оскільки потік води збільшується через форму корпусу або збільшення потоку води від гвинтів судна. Розмір відчутної сили залежить від відстані від корпусу судна. Сила також може бути збільшена за рахунок зменшення глибини води або обмежених акваторій, таких як вузькі канали.

Наближення до кормової частини судна або баржі

Коли буксир наближається до кормової частини судна або баржі, виникає значний ефект всмоктування. Цей ефект залежить від того, наскільки близько буксир розташований до баржі чи судна, швидкості та форми корпусу навколо корми. Ефект всмоктування може бути величезним, і буксир не зможе маневрувати. Це може призвести до пошкодження буксира, оскільки його затягує під стійку судна (коли судно знаходиться в баласті) або до гвинтів судна.

Іншим ефектом взаємодії є потік води навколо більших рухомих суден, які діють на нижню частину корпусу буксира. Це може спричинити зниження ефективної остійності та збільшити ймовірність перекидання буксира в разі контакту двох суден. Аварії трапляються, якщо буксир і одиниця, якій надається допомога, не схожі за розміром і швидкість є відносно високою. В одному випадку буксир з осадкою 2 метри швидко рухався до правого борту судна з осадкою 3 метри. Буксир рухався зі швидкістю близько 4 вузлів паралельно судну, поступово просуваючись вперед до приблизно 6 метрів від бака судна. Коли буксирний трос почав працювати, буксир раптово повернувся в лівий бік, і два судна зіштовхнулися до того, як капітан буксира відреагував. У цьому випадку удар був мінімальним, однак за кілька секунд буксир перекинувся через правий борт, та потонув.

Дослідження підтверджують, що при гідродинамічній взаємодії виникають такі наслідки:

- Ефекти взаємодії посилюються на мілководді.
- Ефективність керма може бути знижена на мілководді.
- Ефект просідання посилюється на мілководді, а ризик посадки на міліну підвищується.
- На мілководді змінюється поперечна тяга гвинта.
- Зміни в маневрених характеристиках відчуються на мілководді.
- Велике судно або баржа з невеликим просвітом під кілем, яке зупинено в закритому басейні, може відчувати сильні сили повороту.

Girting, girding or tripping (GGT)

Терміни означають те саме й стосуються ситуації, коли судно, як правило, буксир, буксирується бортом буксирним тросом і не може маневрувати з цього положення. Це явище відоме всім капітанам буксирів. Це найпоширеніша причина перекидання буксирів і може призвести до летальних випадків. Це відбувається дуже швидко. Рідко це відбувається досить повільно, щоб усі члени екіпажу могли покинути буксир до того, як він перекинеться. Капітани буксирів повинні знати про це явище та розуміти, що швидке роз'єднання з буксирним тросом має важливе значення для запобігання катастрофі. GGT особливо стосується звичайних одногвинтових буксирів. Трактори та буксири ASD мають меншу ймовірність затягування, тому що їх буксир самовирівнюється, і капітан буксира може створювати значну тягу в усіх напрямках. Чітко зрозуміло, що буксирування на звичайному буксирі з точки поблизу середини судна за своєю суттю є нестабільним і може призвести до ситуацій, коли навантаження на буксирний трос може нахилити буксир на великий і небезпечний кут. Різноманітні організації видали поради, рекомендації та звіти про розслідування інцидентів, пов'язаних з такими аваріями. Частою ознакою цих аварій було те, що після підперезання буксирний човен перекидався так швидко, що члени екіпажу не могли нічого зробити для

свого порятунку. Використання добре налагоджених механізмів буксирування для запобігання поперечного перевертання не завжди може бути ефективним у певних зонах буксирних човнів. У таких випадках потенційних небезпек найкраще можна уникнути шляхом ретельного планування та пильності кожного члена екіпажу. Якщо через незвичайні або непередбачені умови певний маневр чи дія не принесе бажаного ефекту, завжди слід заздалегідь розглядати запасну стратегію. Перегляд інцидентів з обв'язуванням показав, що буксир, який виконує рутинні завдання в безпосередній близькості від носової частини баржі, що йде, особливо ризикує. У такі моменти важливо переконатися, що маневреність буксира не погіршується вагою та рухом буксира. Капітани буксирів повинні розглянути практичні заходи, які можуть бути вжиті, щоб не потрапити в ситуацію з обв'язуванням.

Поперечне перевертання може виникнути з кількох причин, зокрема:

- Судно або баржа, якій надається допомога, різко повертається або різко відходить від буксира.

- Швидкість судна або баржі, що буксирується, занадто висока, або навмисно, або через зовнішні сили, такі як збільшення течії або вітру на буксируваному пристрої.

- Буксир знаходиться занадто далеко позаду свого передбачуваного положення порівняно зі швидкістю судна, якщо буксир рухається попереду, або занадто далеко позаду, якщо буксир рухається позаду.

Системи аварійного швидкого звільнення буксирного троса

Більшість буксирів сконструйовано з системами екстреного швидкого звільнення, які або звільняють гак, або відпускають гальма на буксирних лебідках, щоб зняти навантаження з буксирувального канату та дати буксиру ще деякий час, щоб відновити контроль після загрози перевертання. Ці системи розблокування зазвичай можна дистанційно активувати з містка. На лебідці/гаку також є механізми ручного керування на випадок несправності пульта дистанційного керування. Члени екіпажу повинні ознайомитися з цими спеціальними пристроями судна, включаючи обмеження, якщо такі є, як тільки вони посядуть до судна. Необхідно мати на увазі, що ці механізми екстреного швидкого звільнення не завжди можуть спрацювати миттєво через різні фактори, такі як напрямки тяги, кут крену тощо.

Висновки

- Вважається за необхідне визначити пріоритетність розробки критеріїв поворотної стійкості та процедура оцінки безпеки системи рульового керування буксирів обладнаних різними типами пропульсивної установки.

- Дослідження показують, що елементами, які діють на буксир, є пара сил, створена буксирним тросом, і гідродинамічні сили опору, коли буксир рухається поперек води. Створюваний кут крену не такий великий, але достатній для занурення краю палуби. Часто буксир так швидко перекидається через затоплення, тому що вентиляційні отвори, порти, двері та люки відкриті. У ряді зареєстрованих випадків вважається, що буксир вижив би, якби вони були закриті. Також було зазначено, що після деяких інцидентів у інструкціях з процедури зазначено, що всі вентиляційні отвори/отвори тощо повинні бути закриті під час роботи, але насправді закриття вентиляційних отворів обмежує подачу повітря в машинне відділення та перешкоджає належному функціонуванню електростанції. Компанії повинні розглянути ці ситуації та надати буксирам практичні поради.

ЛІТЕРАТУРА

1. www.imo.org, MSC 101/23/8, Considerations on lessons learned from the casualty during the trial of an azimuth stern drive tug
2. www.imo.org, SLF 42/INF.6, Guidance for the safety of harbour and coastal tugs engaged in towage and escort duties
3. Transport Canada Guidelines for Tug and Barge Systems used for the Transportation of Oil in Bulk 2010-01-Transport Canada - Ship Safety Bulletins

УДК 629.05

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СУДЕН

Бурмака І. О., д.т.н., професор, **Онищенко О. А.**, д.т.н., професор,

Бурмака О.І. к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Морські перевезення завжди вважалися діяльністю з високим ризиком. Оскільки розмір і кількість морських суден продовжують зростати, факторам, що впливають на безпеку судноплавства, необхідно приділяти першочергову увагу. Морські аварії не тільки призводять до економічних втрат, але і призводять до забруднення повітря і води, надають негативний вплив на навколишнє середовище. Відомо, що більшість таких аварій - навігаційного характеру, включаючи посадки на мілину, зіткнення та інші [1].

Вибуховий розвиток штучного інтелекту у значній мірі в останні роки забезпечив безпеку судноплавства (моніторинг стану, діагностика, визначення координат, предикація тощо), додав істотний внесок у захист морського середовища і комерційний ефект. Наприклад, з постійним вдосконаленням «інтелекту» сучасного судна, розвитком безпілотного обслуговування судових відділень, кабін і приміщень, використанням технологій допоміжного пілотування та самодіагностики, дистанційного визначення несправностей тощо, поступово приводить до скорочення потреби у робочій силі.

Інтелектуалізація, екологізація та автоматизація є сталими напрямками розвитку світового суднобудування, що привело до появи концепції «розумних / інтелектуальних» суден (Smart Ship) [2, 3], які можуть забезпечити їх автономне функціонування. Попередньо, концепція створення і функціонування інтелектуальних суден відносилась до суден, які виконують обмежені завдання при зменшеній кількості членів екіпажу. Безумовно, найчастіше головними функціями інтелектуального судна є його можливості у автономному управлінні. Автономне управління вже давно використовується в багатьох сферах життєдіяльності, і питання автономного управління в суднохідній галузі вже давно не полягає у тому, чи воно буде застосовуватися - це є безумовний факт. Однак, завдання автономного управління, підвищення безпеки судноплавства і його одночасної економічної ефективності та екологічності є суперечливими і стикаються з багатьма проблемами.

Відзначимо, що у ХХІ столітті розробка більш безпечних та інтелектуальних навігаційних систем стала стійким трендом. Саме тому, розвиток штучного інтелекту і його практичне використання на сучасних судах означає, що необхідними є науково-обґрунтований аналіз тенденцій розвитку інтелектуальних суден, їх навігаційних систем, супутнього обладнання, виконавчих механізмів, систем зв'язку, інформаційного забезпечення і інших.

Інтелектуальна автономна технологія управління судном являє собою інтеграцію різних технологій, включаючи автономну навігаційну технологію (навігаційна ситуаційна інформація, рішення та управління рухом), інтелектуальну експлуатацію, діагностику та обслуговування відділень, механізмів і приміщень судна, комунікаційні технології, інтелектуальні корпуси, інтегровані (ідентифікаційні, попередні) експерименти тощо.

Загалом, Smart Ship проєктуються і розробляються за низкою причин: забезпечити кращу робочу середу для екіпажу, попередити можливу нехватку екіпажу у майбутньому, знизити ризики при транспортуванні морем, бути екологічно чистими, забезпечити більший рівень безпеки судноплавства.

Саме тому необхідний ретельний аналіз можливостей і визначення потреб морської галузі в інтелектуальних судах, визначенні їх функцій і обмежень у використанні, вивченні особливостей експлуатації, створення принципів конструювання таких суден - для безпечної навігації [4, 5] в різних умовах, при використанні їх за спеціальним призначенням тощо.

Використання «розумних» суден вже приводить до нового зрушення в ефективність витрат, попередженні нещасних випадків і нестачу людських ресурсів. Хоча вважається, що «розумне» судно безпечніше звичайного пілотованого судна, поява нових технологій несе з собою нові ризики, наприклад, такі, як виникнення загроз кібернетичних атак, дезінформації, спуфінгу тощо.

Використання інтелектуальних суден впливає на багато аспектів функціонування глобальної морської індустрії, яка зараз характеризується швидкими науковими та технологічними розробками. І хоча пілотовані та інтелектуальні судна мають деякі загальні принципи побудови і особливості управління (наприклад, на рис. 1 наведено, у найбільш загальному вигляді, структурне порівняння процесів прийняття рішень у попередженні зіткнень автономним і пілотованим судном), нормативні положення також повинні враховувати відмінності і характеристики інтелектуальних суден, розробляти конкретні нормативні політики щодо їх експлуатації.

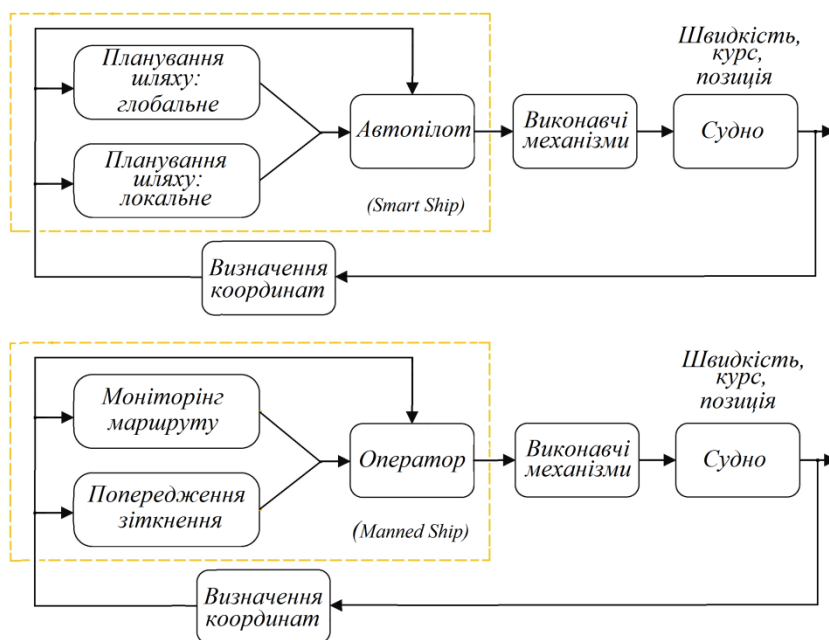


Рисунок 1. Найбільш загальні відмінності у процесах управління суднами при прийнятті рішень з попередження зіткнень (структурне представлення)

Наприклад, експлуатація інтелектуального судна може викликати етичні проблеми у надзвичайних ситуаціях, таких як проблеми несвочасного зв'язку між людиною та технічними системами, при пошуку та врятуванні суден, екіпажів чи пасажирів, яким терміново потрібна допомога. Тому дуже важливо визначити стандарти для берегових операторів інтелектуальних суден та забезпечити їх відповідне навчання.

Морська галузь раніше покладалася лише на технологію і правовідносини у сферах економіки, безпеки і екології, але автономна технологія управління і експлуатації судном суттєво змінює сферу правовідносин і судочинства. При цьому необхідно розглядати і визначати нові можливості не лише у конструкціях інтелектуальних суден, а і у портових спорудах, у всій морській транспортній інфраструктурі. Безумовно, лише комплекс

узгоджених дій зробить використання інтелектуальних суден безпечним, ефективним і надійним.

Зауважимо, що різниця між часом, необхідним для розвитку сучасних морських технологій, і часом, необхідним для розробки та впровадження нормативних правил, суттєво впливає на практичне використання і прийняття передових технологій управління судном, і саме тому важливо своєчасно переглядати відповідні нормативні підходи і документи. Найбільш всеосяжний, міжнародний та узгоджений підхід до розробки ефективної і нової нормативної бази для інтелектуальних суден є необхідним ще до того, як вони почнуть повністю функціонувати та масово застосовуватися.

Відомо, що Міжнародна морська організація (ІМО), у першу чергу, займається розробкою міжнародних стандартів з метою підвищення безпеки та захисту морського середовища [6, 7]. Тому ІМО несе відповідальність за розгляд безпеки міжнародного судноплавства для інтелектуальних суден. З того часу, як Комітет з безпеки на морі (КБМ) визначив проблеми використання інтелектуальних суден (2017 р.), його робота визначається у спрямуванні країн у розробці та тестуванні безпечних технологій автономної навігації.

Автономні судна не всі однакові, і тому ІМО класифікувала їх за чотирма категоріями, включаючи судна з екіпажем та деякими автоматизованими системами (клас 1), судна з екіпажем, які можуть керуватися дистанційно (клас 2), дистанційно керовані судна без екіпажу (клас 3) та судна, здатні до автономної навігації без екіпажу та без дистанційного керування людиною (клас 4). Поточний стан – це судна класу 1, тоді як судна класу 2 також повністю контрольовані екіпажем і який готовий взяти на себе управління. Саме тому судна класів 3 та 4 потенційно становлять загрозу безпеці судноплавства. ІМО, з метою виявлення нормативних проблем та прогалин вирішила з 2017 р. проводити дослідження нормативного охоплення (Regulatory Scoping Exercise - RSE), спрямованого на оцінку ступеня впливу існуючої нормативної бази. Комітет з безпеки на морі (Maritime Safety Committee - MSC), Юридичний комітет (Legal Committee - LEG), Комітет зі спрощення формальностей (Facilitation Committee - FAL) та Комітет із захисту морського середовища (MEPC - Marine Environment Protection Committee) – беруть участь у цьому дослідженні. Так, MSC прийняв до відома представлені різними країнами стандарти випробувань для проведення експериментів з інтелектуальними суднами і надав рекомендації щодо розробки стандартів. MSC затвердив (2019 р.) тимчасові положення і методики випробувань автономних суден, які включають керівні принципи щодо безпеки та захисту морського середовища, перераховують обов'язкові інструменти відповідності. Ці документи охоплюють і кадрове забезпечення, визначають кваліфікацію учасників експериментів, людські фактори впливу та інфраструктуру для безпечного проведення експериментів, методики управління кібернетичними ризиками тощо. Безумовно, інтелектуальні судна надають позитивний вплив з точки зору економії капіталу, зниження витрат на паливо, економії інших ресурсів, підвищення безпеки на морі та захисту навколишнього середовища. Однак існують додаткові проблеми з точки зору портових операцій, пропускної здатності порту, страхування тощо.

Можемо визначити ступінь розвитку і використання принципів автономності суден, які за часом, розділений на три фази.

На першій фазі використання автономних функцій судна, екіпаж судна (за підтримкою «інтелектуальної системи підтримки рішень», яка функціонує на основі інформації або даних, зібраних під час експлуатації судна, рекомендацій бази даних експертів), приймає кінцеве (остаточне) рішення, щодо керування судном, окремими його механізмами і системами. На другій фазі розвитку автономності, і під спостереженням, і за дозволом екіпажу, судно може визначати рішення та ініціювати дії з управління. На третій фазі реалізується повністю інтелектуальне судно, яке самостійно вироблює і виконує управління.

У майбутньому кількість членів екіпажу з багатим досвідом, ймовірно, скоротиться, що збільшить безтурботність щодо безпеки судна. Точність прийняття рішень з управління судном безпосередньо пов'язана з безпекою водного транспорту, тому дослідження законних алгоритмів прийняття рішень має велике значення. Люди мають переваги в розумінні складних ситуацій, в той час як машинний інтелект має переваги у швидкодії, високій числової потужності і надійності, але у певних обставинах і середовищах. Довгострокова (стратегічна) фаза розвитку навігації автономних суден вимагає ретельного розгляду теоретичних рівнів їх технологій, загальних правил навігації безпілотних суден, взаємодії людини та машин тощо [8, 9]. Тому вивчення взаємодії людини та машин у «розумних» суднах є ключовою сферою для їх розробки.

Вивчення і використання загальних принципів методології науки, сучасних технологій [8] і теорії взаємодії людини і машини для автономних суден може у повній мірі розкрити ефективність сполуки «людина – судно». Одним із аспектів цифрової трансформації судноплавства є галузь розвитку оцифрування судових систем, яке досягається шляхом об'єднання інформаційних технологій з існуючими операційними судовими системами і механізмами. Цей фактор високого ступеня взаємозв'язку та взаємозалежності інформаційних систем судна суттєво підвищує ймовірність кібератак та збільшує кібернетичні ризики для всієї інфраструктури судна. Тому, хоча ризик кібератак неможливо звести до нуля, необхідно заздалегідь (при проектуванні безпечної архітектури суден) визначати та використовувати системи кіберзахисту суден.

Найбільш поширеними пропульсивними системами і комплексами, використовуваними в сучасних суднах, є дизельні і електричні двигуни [8, 9], турбіни і комбіновані морські пропульсивні системи. Ці системи і комплекси використовують різні джерела енергії і вимагають наявності на борту особливого персоналу для їх керування, моніторингу та обслуговування. Але якщо судна стануть більш автономними, чисельність необхідного, з вузькою спеціалізацією, екіпажу буде скорочуватись, і доведеться заздалегідь розглянути можливість фахової підготовки та навчання персоналу.

Оскільки масштаб морських перевезень продовжує розширюватися, питання безпеки на морі стають все більш важливими, а дослідження та розробки різних навігаційних систем, систем управління та зв'язку для інтелектуальних суден, як і ключові технології для підвищення безпеки, мають найголовніше значення та надають глибокий вплив на стійкий розвиток морської економіки. Наступні дослідження повинні продовжувати фокусуватися на технологічних інноваціях, штучному інтелекті, кіберзахисту суден і задіяної інфраструктури (крос-доменної інтеграції технологій), оптимізації взаємодії людини та машини, вдосконаленні систем автоматики та електромеханіки, адаптації нормативної та правової бази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zalewski, P.; Posacka, K. Analysis of ship accidents based on European statistical surveys. *Zesz. Nauk. Akad. Morskiej Szczecinie* 2021, 68, 17–25.
2. Munim, Z.H. Autonomous ships: A review, innovative applications and future maritime business models. *Supply Chain. Forum Int. J.* 2019, 20, 266–279.
3. Moon, K.D.; Jeong, C.Y.; Kim, M.S.; Park, Y.K.; Lee, K. Develop and evaluate of intelligent autonomous-ship framework. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2020, 929, 012006.
4. Kim, T.-E.; Perera, L.P.; Sollid, M.-P.; Batalden, B.-M.; Sydnes, A.K. Safety challenges related to autonomous ships in mixed navigational environments. *WMU J. Marit. Aff.* 2022, 21, 141–159.
5. de Vos, J.; Hekkenberg, R.G.; Banda, O.A.V. The impact of autonomous ships on safety at sea- A statistical analysis. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* 2021, 210, 107558.

6. Fenton, A.J.; Chapsos, I. Ships without crews: IMO and UK responses to cybersecurity, technology, law and regulation of maritime autonomous surface ships (MASS). *Front. Comput. Sci.* 2023, 5, 1151188.
7. Kim, M.; Joung, T.-H.; Jeong, B.; Park, H.-S. Autonomous shipping and its impact on regulations, technologies, and industries. *J. Int. Marit. Saf. Environ. Aff. Shipp.* 2020, 4, 17–25.
8. Volyanskaya, Y.B.; Volyanskiy, S.M.; Onishchenko, O.A.; Shevchenko, V.A.; Trudnev, S.Y. Research of possibilities to increase the exactness of ship stabilizing on a course. *MIT*, 2019, 3-3, 174–181.
9. Volyansky, S.; Vorokhobin, I.; Volyanskaya, Y.; Mazur, O.; Onishchenko, O. Marine ship's course stabilization based on an autopilot with a simple fuzzy controller. *Sci. Bull. Mircea Cel Batran Nav. Acad.* 2022, 25, 23–35.

УДК 629.5.082.2

ПОСТАНОВКА СУДНА НА ЯКІР ТА ШВАРТОВНІ ОПЕРАЦІЇ. ОПЕРАЦІЇ З ЛОЦМАНОМ

Вовк Б.М., курсант гр. 1201, керівник **Матвєєв М.Д.**, викладач

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. Маневрування судна в обмежених водах та його безпечна постановка до причалу або на якір - це завдання, що вимагають від судноводія не лише досконалого знання теорії, а й значного практичного досвіду, адже успішне виконання цих операцій залежить від комплексної оцінки та врахування численних факторів.

Актуальність теми: Зростання обсягів морських перевезень та збільшення розмірів суден призводять до підвищення інтенсивності судноплавства, особливо в обмежених водах портів та вузькостей. Це значно ускладнює маневрування та підвищує ризик аварійних ситуацій. Тому актуальність дослідження питань безпечного маневрування суден в обмежених водах та швартовних операцій є надзвичайно високою.

Постановка задачі: Метою тези є аналіз ключових аспектів, що впливають на безпеку якірних та швартовних операцій, включаючи вибір типу якоря, підготовку до постановки на якір, визначення довжини витравленого ланцюга, способи швартування до причалу та до судна, що стоїть на якорі, а також особливості взаємодії з лоцманом.

Ключові аспекти, що впливають на безпеку якірних та швартовних операцій: Гідрометеорологічні умови: напрямок та сила вітру, швидкість та напрямок течії, висота хвилі, видимість, наявність гідрометеорологічних явищ, що можуть ускладнити маневрування (туман, гроза, обмерзання). Навігаційно-гідрографічні особливості району: глибини, рельєф дна, наявність навігаційних небезпек (мілин, підводних скель, затонулих об'єктів), розташування судноплавних шляхів, зон розподілу руху, тип ґрунту. Характеристики судна: тип судна, його розміри та осадка, маневрені якості (інерція, діаметр циркуляції, швидкість зупинки), тип та потужність рушійної установки, наявність та справність якірного та швартовного обладнання. Інтенсивність судноплавства: наявність інших суден в районі маневрування, їх типи та розміри, напрямки руху, наявність суден, що стоять на якорі або біля причалів.

У складних навігаційних умовах, таких як обмежена акваторія порту, вузькості, сильна течія, погана видимість, а також при плаванні в незнайомій місцевості, допомогу в забезпеченні безпеки якірних та швартовних операцій надає лоцман. Лоцман - це кваліфікований спеціаліст з досконалим знанням місцевих умов плавання, який надає капітану

судна рекомендації щодо вибору безпечного шляху, місця якірної стоянки, способу швартування та оптимального режиму роботи рушійної установки.

Нормативно-правова база, що регулює якірні та швартовні операції: Міжнародні правила запобігання зіткненню суден у морі (МППЗС-72): визначають обов'язкові для всіх суден правила маневрування, спрямовані на запобігання зіткненням, включаючи правила плавання в вузькостях, обгону, перетину курсів, подачі звукових та світлових сигналів.

Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі (СОЛАС): встановлює вимоги до конструкції, обладнання та експлуатації суден, включаючи вимоги до якірного та швартовного обладнання, з метою забезпечення безпеки мореплавства. Національні правила плавання: регулюють порядок плавання у внутрішніх водах та територіальному морі країни, включаючи правила постановки на якір, швартування, руху в портах, використання лоцманських послуг.

Висновки: Безпека якірних та швартовних операцій залежить від комплексного врахування численних факторів, включаючи гідрометеорологічні умови, навігаційні особливості району, характеристики судна та інтенсивність судноплавства. Правильний вибір типу якоря, визначення довжини витравленого ланцюга та дотримання правил маневрування є запорукою успішної постановки судна на якір. Швартування суден вимагає ретельної підготовки, координації дій екіпажу та узгодження з судном, що приймає. Взаємодія з лоцманом є важливим аспектом безпечного маневрування в обмежених водах, особливо в складних навігаційних умовах. Формуляр маневрених характеристик (ІМО) надає лоцману та капітану судна важливу інформацію про маневрені можливості судна, що сприяє прийняттю правильних рішень для безпечного плавання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конвенція про Міжнародні правила запобігання зіткненню суден на морі 1972 року. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_137#Text
2. Міжнародна конвенція про охорону людського життя на морі 1974 року (СОЛАС-74) https://library.arcticportal.org/1696/1/SOLAS_consolidated_edition2004.pdf
3. Бурмака І.О., Кулаков М.О. Конспект лекцій розроблено відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Маневрування і управління судном» згідно з освітньою програмою підготовки бакалавра «Навігація і управління морськими суднами». Одеса, 2020, 142 с.
4. В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давидов Навігація і Лоція: підручник, Київ, 2009, 618 с.
5. В.Я. Корніюк, А. О. Буга ; Навігація і лоція : навчально-методичний посібник (практикум) : у 2 ч. Частина 1 / Інститут ВМС Нац. ун-та «Одес. морська акад.». — Одеса : Астропринт, 2023. — 68 с.
6. О.М. Товстокорий, Л.А. Півоваров, Маневрування суден в екстремальних умовах: навчальний посібник, Херсон, 2018, 513 с.

УДК 629.052.1 + 681. 51

ПІДВИЩЕННЯ АСТАТИЗМУ У СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ МАЛИХ БЕЗПЛОТНИХ НАДВОДНИХ АПАРАТІВ

Ворохобін І. І., д. т. н., професор, **Галаган С. М.**, ст. наук. співробітник,
Онищенко О. А., д. т. н., професор

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Астатизм у системах автоматичного управління (САУ) рушіями малих безпілотних надводних апаратів (МБНА), у системах управління кермом і іншими механізмами таких апаратів, означає здатність САУ повністю компенсувати збурення. Саме це дозволяє підтримувати задане значення вихідного параметра (швидкості судна, куту курсу тощо), незалежно від впливу зовнішніх факторів. В сучасних МБНА всі його механізми засновані на автоматичному керуванні електроприводами і астатизм є для таких суден критично важливим. Це засновано на тому, що астаизм у САУ може забезпечити високу точність позиціонування МБНА і його окремих пристроїв, забезпечити високу стабільність роботи в умовах змінюваних навантажень та умов експлуатації. Підвищення астатизму дозволяє зменшити вплив систематичних похибок і досягти більш точного відстеження заданого руху або положення. Це особливо актуально для будь-яких високонадійних механізмів, де відхилення від заданого значення керованого параметру може призвести до збоїв у роботі всієї системи. Таким чином, підвищення астатизму є необхідним кроком для підвищення ефективності роботи електроприводів в автоматичних системах управління МБНА, забезпечити МБНА виконання його місій.

Загалом, підвищення ступеня астатизму у будь якій САУ виконується за рахунок введення у закон керування інтегральних складових. Лише одна інтегральна складова регулятора САУ може привести всю систему до астатизму першого порядку (логарифмічна частотна характеристика розімкненої САУ перетинає вісь амплітуд нахилом у -20 дБ/дек, тобто підвищує коефіцієнт підсилення). Подальше підвищення рівня астатизму, тобто коефіцієнту підсилення на низьких частотах (-40 дБ/дек), можливо додатковим введенням ще однієї інтегральної складової (астатизм другого порядку) у САУ. Але таке рішення майже завжди приводить до нестійкої роботи системи управління і потребує особливого підходу до синтезу динамічних процесів у ній. Саме тому для типових САУ найчастіше використовують класичні ПД-регулятори (пропорційно-інтегрально-диференціальні регулятори) які мають одну інтегральну складову і є найбільш універсальним практичним рішенням. Підкреслимо, що загальний коефіцієнт підсилення САУ на низьких частотах суттєво залежить від способу налаштувань регулятора і які не є однозначними. ПД-регулятори широко використовуються для покращення астатизму в системах з високими інерційними характеристиками, таких як електроприводи з великими моментами інерції, якими є більшість механізмів МБНА. Завдяки інтегральній складовій, ПД-регулятори можуть усувати статичні похибки, що виникають внаслідок збурень.

Сучасні підходи до синтезу ПД-регуляторів для електроприводів різноманітних САУ включають застосування класичних методів, таких як метод кореневого зміщення та більш новіших методів, наприклад, таких, що базуються на адаптивних алгоритмах налаштувань окремих складових. Наприклад, у [1] досліджуються алгоритми автоматичного налаштування, які дозволяють адаптувати параметри регулятора під час роботи системи, забезпечуючи таким чином підвищення точності управління та зменшення похибок. Один із найбільш поширених методів, це метод використання частотного аналізу для налаштування параметрів регулятора, що дозволяє врахувати динамічні характеристики системи.

Дослідження, проведені у [2], показують, що належне налаштування параметрів регулятора значно покращує динаміку системи, зменшуючи час встановлення та перерегулювання, що є критично важливим для застосувань у безпілотній техніці, де точність і стабільність є вирішальними.

Адаптивні та робастні методи управління стають дедалі популярнішими для управління електроприводами МБНА, оскільки вони гарантовано забезпечують здатність системи адаптуватися до змінюваних умов роботи та частково враховувати невизначеності. Адаптивні ПД-регулятори, що налаштовують свої параметри у реальному часі, дозволяють системі ефективно реагувати на зміни у навантаженні або основних параметрах. Як зазначено у авторитетних дослідженнях (наприклад, [2, 3]) такі методи покращують астатизм, оскільки забезпечують стійкість системи навіть при наявності значних зовнішніх збурень і варіацій у

характеристиках об'єкта управління, забезпечуючи певний рівень робастності системи управління.

Зараз ПІД-регулятор є стандартом у багатьох типах САУ, оскільки забезпечує практично достатню точність, швидкість реакції та помірне перерегулювання. Всі його складові - пропорційна (P), інтегральна (I) та диференціальна (D), суттєво впливають на динаміку системи управління і її астатизм.

Пропорційна складова (P) відповідає за швидкість реакції системи на відхилення від заданого значення, забезпечує миттєву відповідь на помилки регулювання, збільшуючи загальний коефіцієнт підсилення системи. Однак, якщо значення P занадто велике, це може призвести до перерегулювання і коливальності процесів регулювання. **Інтегральна складова (I)** усуває постійні похибки, сприяючи підвищенню астатизму. Вона інтегрує помилки регулювання з часом, що дозволяє системі компенсувати сталі збурення, проте приводить до сповільнення реакції. **Диференціальна складова (D)** реагує на швидкість зміни (перша похідна) помилки, що дозволяє передбачати поведінку системи. Вона зменшує перерегулювання та стабілізує систему, особливо у випадках з великими інерційними характеристиками. Збалансоване налаштування всіх трьох складових забезпечує оптимальну за заданими критеріями роботу системи з високими показниками астатизму.

Оптимізація за заданими критеріями параметрів ПІД-регулятора є критично важливим кроком для досягнення необхідного рівня астатизму в електроприводах МБНА. Зазвичай, цей процес базується на математичних моделях САУ, які дозволяють передбачити її поведінку під впливом різних параметрів регулятора. Зараз методи, такі як оптимізація методом Гауса-Ньютона або алгоритми генетичного програмування, використовуються для досягнення покращених результатів роботи САУ. Дослідження показують, що калібрування параметрів P, I і D такими методами та на основі експериментальних даних і верифікованих імітаційних моделей, може призвести до значного підвищення точності та швидкості реакції системи [1-3].

Адаптивні ПІД-регулятори, що автоматично налаштовують свої параметри в реальному часі, є ще одним ефективним методом підвищення астатизму. Вони здатні враховувати зміни у умовах експлуатації, у змінах навантаження та зміна у властивостях та характеристиках об'єкта управління. За допомогою алгоритмів адаптивного управління, регулятори можуть підтримувати "оптимальні" технологічні параметри САУ з досягненням бажаного рівня астатизму, навіть у суттєво нестабільних умовах експлуатації [3, 4].

Компенсація системних похибок є важливим аспектом для підвищення астатизму у САУ електроприводами електрорушії і керма. Використання методів компенсації, таких як *feedforward control* або використання спеціальних фільтрів, допомагають зменшити вплив зовнішніх збурень і шумів на названі САУ. Дослідження доводять, що системи із додатковими зворотними зв'язками, частковою ідентифікацією збурень та моделями об'єкта керування дозволяють істотно покращити стабільність САУ та результуючу точність управління, знижувати систематичні похибки. Зокрема, поєднання ПІД-регулятора з методами компенсації забезпечує підвищений, відносно типового рівня, рівень астатизму та суттєво знижує ймовірність перерегулювання у різних умовах експлуатації, що є критично важливим і для багатьох промислових застосувань [5-6].

У рамках дослідження проводилося моделювання роботи та натурні експерименти з віддаленим FPV-управлінням (із записом відео з вбудованої камери і її трансляції пілоту) електроприводами електрорушії і керма малого надводного дрону, де використовувалися типові ПІД-регулятори. При цьому, у САУ електрорушії уведено додатковий контур, що моделює процеси руху судна за допомогою найпростішої його моделі. Довжина експериментального зразка МБНА (рис. 1) становила 1,0 м, діаметр 5-ти лопатевого гвинта - 5,3 см, номінальна швидкість BLDC-двигуна електрорушії - 9600 об/хв, корисне навантаження - 1,4 кг, максимальна швидкість судна - 55 км/год. Керування кутом керма (6×2 см) здійснювалося від окремої САУ за допомогою сервоприводу з окремим ПІД-регулятором. Використання програмного забезпечення MATLAB/Simulink дало змогу засобами

моделювання попередньо оцінювати динамічні характеристики системи до і після налаштування параметрів регулятора, а система віддаленого моніторингу - фіксувати координати та основні фізичні параметри при експериментах.



Рисунок 1 - Експериментальне випробування зразка МБНА

Спочатку була створена модель САУ електроприводом електрорушії і проведена її експериментальна верифікація. Попередньо визначені початкові параметри ПІД-регулятора, налаштованого (у відносних одиницях, в.о.) на стандартні значення ($K_p = 1$, $K_i = 0.1$, $K_d = 0.01$). Результати моделювання показали, що система електрорушу демонструє помітну постійну похибку (близько 9 %) у статиці, що свідчить про недостатній астатизм САУ. Фізичний експеримент підтвердив цей результат. При цьому встановлено, що є достатній запас енергії джерела живлення і потужності двигуна. Графіки показали середнє відхилення виходу від бажаного значення з коливаннями на рівні 11-15 %, що є неприпустимим за вимогами замовника.

Наступним кроком стала оптимізація параметрів налаштування ПІД-регулятора з використанням адаптивної моделі. Після налаштування отримані уточнені значення (в. о.) $K_p = 3$, $K_i = 0.5$, $K_d = 0.05$. Після оптимізації САУ продемонструвала суттєве покращення:

- **зменшення статичної похибки** (вихідна похибка зменшилася до 2-3 %);
- **час встановлення** (час досягнення стабільного статичного стану) скоротився з 1,5 с до 0,35 с.

Графіки експериментальних результатів довели, що система з новими параметрами швидко наближається до заданого значення майже без перерегулювання та ефективно підтримує його, навіть при коливаннях корисного та вітро-хвильового навантаження.

Для подальшого підвищення астатизму проведено модельний експеримент з адаптивними (також цифровими) ПІД-регуляторами САУ. Відповідно до алгоритму адаптації, регулятор налаштовував свої параметри у реальному часі на основі вимірювань виходу та часткової ідентифікації збурень. Результати модельного експерименту довели, що адаптивні регулятори можуть підтримувати астатизм на рівні менше 2 %, навіть при різких змінах навантаження, що підкреслює їх ефективність у порівнянні зі статичними налаштуваннями.

Для подальшого зменшення системних похибок досліджено метод компенсації, такий, як *feedforward control*, що дозволяє передбачити збурення і коригувати сигнали управління. Моделювання показало, що такий алгоритм призводить до зниження похибок до 0,7 % та до значного зменшення перерегулювання. Графіки, що відображають результати експериментів, чітко продемонстрували, як застосування компенсаційних методів разом з ПІД-регуляторами може істотно підвищити якість системи.

ВИСНОВКИ

Отримані результати демонструють додаткові можливості у підвищенні астатизму САУ основними механізмами малих надводних суден. Ці можливості з'являються завдяки використанню сучасних методів оптимізації САУ за заданими критеріями - налаштуванню параметрів їх ПІД-регуляторів та застосуванню адаптивних методів.

Враховані, існуючі обмеження, пов'язані із налаштуванням регуляторів. Показано, що при змінах в характеристиках системи (коливання корисного та вітро-хвильового

навантаження, змінюваний режим руху, температура тощо), можуть знадобитися повторні уточнюючі налаштування. Крім того, для САУ МБНА з високими вимогами до динаміки та точності, може бути доцільним комбінувати ПІД-регулятори з іншими типами регуляторів, такими як фазні або нейронні регулятори.

Отримані експериментальні результати підтверджують, що оптимізація параметрів ПІД-регуляторів, використання адаптивних методів та компенсації збурень є ефективними підходами для підвищення астатизму електроприводів механізмів МБНА. Системи, які використовують ці технології, демонструють значне покращення в точності управління та зменшення впливу збурень. При цьому необхідно урахувати, що чим більша складність системи управління, тим більша її ціна, складність налаштування та надійність. Загалом, наведені результати відкривають додаткові можливості для їх застосування в інших типах САУ, де точність і стабільність є критично важливими.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ang K. H., Chong G., Li Y. PID control system analysis, design, and technology. IEEE Transactions on Control Systems Technology. - 2005, Vol. 13, No. 4, pp. 559-576.
2. Johnson M. A., Moradi M. H. PID Control, New Identification and Design Methods. Springer Verlag. - 2005, 231 p.
3. Astrom K., Hagglund T. PID Controllers: Theory, Design, and Tuning, 3rd edn. – Instrument Society of America, Research Triangle Park, NC. – 2000, 311 p.
4. Melnyk O., Onishchenko O., Onyshchenko S., Shumylo O., etc. Application of fuzzy controllers in automatic ship motion control systems. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). - 2023, V.13, № 4, pp. 3948-3957. DOI: 10.11591/ijece.v13i4.pp3948-3957.
5. Карпович О. Я., Онищенко О. А. Методика налаштування регулятора швидкості вентильно-індукторного електропривода. Матер. 11-й між. конф. з автомат. управління “Автоматика–2004”. - 2004, Т. 2, с. 29. – К.: НУХТ, 2004.
6. Micael S. Couceiro, Carlos M. Figueiredo C., Lebres N. M., Fonseca Ferreira, J. A., Tenreiro Machado. Electric vehicle drive with adaptive PID control. Proceedings of the 29th IASTED International Conference February 15 - 17, 2010. Innsbruck, Austria Modelling, Identification and Control (MIC 2010), pp. 7-13.

УДК 681.5:620.9

ПРО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВОГО ЗАСПОКОЮВАЧА ХИТАВИЦІ З НЕЧІТКОЮ СИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ

Гайша О. О., ст. викл.¹, Онищенко О.А., д.т.н., проф.²

¹Міжнародний класичний університет імені Пуліпа Орлика (Україна)

²Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

У попередніх роботах авторів [1] запропоновано систему управління для заспокоювача хитавиці судна оригінальної конструкції, оснований на принципах нечіткої логіки. Оскільки заспокоювач є активним пристроєм (принцип роботи якого схожий з водоструменевими заспокоювачами), то для функціонування він споживає певні обсяги енергії. Очевидно, що, залежно від особливостей процесів керування цим пристроєм, його енергоспоживання може суттєво відрізнятись у більшу чи меншу сторону, навіть при виконанні умови забезпечення належного рівня виконання свого прямого призначення, тобто заспокоєння коливань корпусу судна. Для формалізації подальшого викладу вважаємо, що роботу нечіткого регулятора можна представити функцією виду:

$$Y = F(X, U), \quad (1)$$

де X – набір основних змінних стану, що характеризують поточні особливості функціонування об'єкту управління (наприклад, кутова швидкість бортової хитавиці, а також кут крену);

U – набір основних збурюючих змінних, що описують поточний стан навколишнього середовища (наприклад, величину швидкості бокового вітру);

Y – набір управляючих змінних, значення яких вироблює нечіткий контролер (визначаються конструкцією заспокоювача і, у випадку, що розглядається, це, наприклад, потужність нагнітального пристрою, яку він має розвинути);

F – векторна функція векторного аргументу.

У такому випадку витрати енергії будуть обумовлені, в основному, визначенням цих управляючих змінних, тобто функцією виду:

$$E = \Phi(Y), \quad (2)$$

де E – витрати енергії на функціонування заспокоювача (якщо їх привести до певного інтервалу часу, фактично отримаємо «приведену, нормовану, відносну» потужність пристрою), при цьому також важливим є не тільки миттєве, а і середнє значення даної величини за певний визначений проміжок часу;

Φ – скалярна функція векторного аргументу, що визначає витрати E за вектором Y .

Таким чином, виникає задача мінімізації значення E при утриманні змінних стану у прийнятних для них діапазонах значень:

$$E \rightarrow \min, \text{ при } |x_i - x_{\text{opt}}| \leq \delta_i \quad \forall x_i \in X, \quad (3)$$

де x_{opt} – оптимальне значення i -тої змінної, що визначається конструктивними обмеженнями і додатковими експертними висновками;

$2\delta_i$ – ширина діапазону допустимих значень i -тої змінної.

Очевидно, що для можливості урахування обмежень, наведених у (3), які відносяться до змінних стану і які, по суті, входять до складу (1), треба скомбінувати (1) та (2), так, щоб перейти до суперпозиції функцій F та Φ . На основі такої складеної функції багатьох змінних можна проводити оптимізацію з позицій забезпечення енергоефективної роботи заспокоювача хитавиці.

З технічної точки зору, підвищення енергоефективності (як і будь-якого іншого критерію якості роботи об'єкта керування, що управляється нечітким контролером) заспокоювача хитавиці може бути реалізоване за допомогою таких кроків, як: а) збільшенням числа термів для лінгвістичних змінних, що входять до складу нечіткого контролера; б) звуженням функцій належності окремих термів; в) детальною проробкою різних можливих комбінацій вхідних змінних у базі правил нечітких продукцій.

Вказані дії дозволяють налаштовувати систему стабілізації більш «тонким» чином, реагуючи без перебільшення (тобто без перевитрат енергії) на поточні збурення і стан судна, що склалися в роботі заспокоювача. Безумовно, в роботі заспокоювача ідеальною ситуацією була би плавна і мінімально необхідна його реакція на наявні значення змінних стану (що описують положення корпусу судна та його динаміку), а також збурюючих впливів.

Наявність певної дискретності в описі лінгвістичних змінних, пов'язано з обмеженою кількістю їх термів. Це може спричинювати неоднорідну (уривчасту) швидкість зміни управляючих змінних при русі по простору станів. Через це корпус, у певні моменти, замість плавно спадаючого стабілізуючого моменту може отримувати надмірне постійне (або повільно спадаюче) значення моменту, післядію від якого в подальші моменти часу доведеться гасити прикладанням оберненого за знаком моменту.

Таким чином, для уникнення перерегулювання, яке в динаміці буде призводити до перевитрат енергії на роботу заспокоювача, доцільно проводити заходи, описані вище, і пов'язані із деталізацією процесів функціонування нечіткого контролера.

Іншою причиною перевитрат енергії при заспокоєнні, може бути, наприклад, відсутність синхронізації з режимом бортової хитавиці процесу спрацьовування лівих та правих водострумних модулів заспокоювача, які встановлені в передній та задній частинах судна, і які працюють на заспокоєння кильової хитавиці. При цьому слід враховувати те, що період кильової хитавиці зазвичай в 2-3 рази більше періоду бортової хитавиці. В цьому випадку правильним режимом буде почергове (а не одночасне) вмикання лівого та правого модулів протягом того періоду часу, коли їхня пара активно працює на заспокоєння кильової хитавиці (наприклад, коли ніс судна йде вниз, почергово вмикаються модулі у передній частині судна і протидіють цьому руху вниз, а також і бортовій хитавиці з борту на борт).

Підкреслимо, що зменшити енергоспоживання заспокоювача, нижче мінімального значення $E_{\min}$ не уявляється можливим через фізичні принципи способу гасіння хитавиці (оскільки для цього слід прикладати значні стабілізуючі моменти, створюючи відповідні сили). Однак, виконання нечіткого контролера більш точним, що має більше закладених у нього реакцій на різні комбінації вхідних змінних, дозволить уникнути зайвих витрат, що перевищують значення $E_{\min}$. Очевидно, значення $E_{\min}$ визначається параметрами самого судна (його геометричними розмірами, масою, моментами інерції по осям) та хвилювання.

Таким чином, можна стверджувати, що синтез системи управління судновим заспокоювачем хитавиці, оснований на уточненні функціонування нечіткого контролера, спричинює загальне підвищення енергоефективності суден, що дуже важливо для малих автономних суден з обмеженим ресурсом джерела енергії. Однак, при виконанні цього синтезу слід враховувати і необхідність утримування змінних стану у допустимих межах, рівно як і збереження інших показників якості системи управління (зокрема, її стійкості) у межах їх задовільних значень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гайша О. О., Онищенко О. А., Гайша О. О. Аналіз якості функціонування системи нечіткого управління заспокоювачем хитавиці реактивної дії // 36. наук. праць ВІ КНУ імені Тараса Шевченка №83. – 2024. – С.27-33. <http://doi.org/10.17721/2519-481X/2024/83-03>.
2. Miron A., Cziker A. C., Beleiu H. G. Fuzzy Control Systems for Power Quality Improvement - A Systematic Review Exploring Their Efficacy and Efficiency // Appl. Sci. 2024, 14, 4468. <https://doi.org/10.3390/app14114468>.
3. Haber Guerra, Rodolfo Elias & del Toro, Raúl & Godoy, Jorge & Gajate, Agustín. Intelligent Tuning of Fuzzy Controllers by Learning and Optimization. // 2014. https://doi.org/10.2991/978-94-6239-082-9_7.

УДК 656.61.052.8:004.9.

ДОКУМЕНТУВАННЯ ЛОЦМАНСЬКОГО ПРОВЕДЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Галамутько О. О., аспірант, к.д.п., керівник Корбан Д.В., к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. Лоцманське проведення є невід'ємною частиною системи забезпечення безпеки мореплавства, особливо в умовах складних навігаційних районів, портових вод та

прибережних акваторій. Завдання лоцмана — забезпечити безпечне проходження судна через райони з інтенсивним судноплавством або потенційно небезпечними ділянками, де навігаційні ризики є значними. Через швидкість процесу та високу відповідальність за прийняті рішення, лоцманська проводка вимагає не лише майстерності, а й ретельного документування.

Документування лоцманського проведення є критично важливим для уникнення непорозумінь у разі інцидентів та для чіткого визначення обов'язків та відповідальності капітана і лоцмана. Однак, як зазначено у дослідженнях, проведених вченими Одеської національної морської академії, діючі нормативи не завжди забезпечують достатній рівень фіксації дій лоцмана. У разі аварійних ситуацій або суперечок часто виникають розбіжності у свідченнях щодо часу і характеру відданих команд, що створює труднощі для розслідування [1, 2].

Відсутність стандартизованих форм документування призводить до прогалин у фіксації дій лоцмана, що може мати серйозні наслідки для безпеки мореплавства [1].

Актуальність теми. Аварійність під час лоцманського проведення суден залишається важливим питанням для судноплавної індустрії. Аналіз інцидентів за участю лоцманів у період з 1999 по 2019 рік, проведений Міжнародною групою клубів взаємного страхування, показав, що дії лоцманів часто стають причиною виникнення аварійних ситуацій. За цей період було зафіксовано 1046 інцидентів, пов'язаних із діями лоцманів, із загальними збитками понад 1,82 мільярда доларів США. Середньорічний показник становить 52 інциденти на рік, що підкреслює регулярність виникнення таких ситуацій та необхідність системного підходу до їх аналізу та запобігання.

Аналізуючи характер інцидентів, можна виділити основні категорії: зіткнення з нерухомими або плавучими об'єктами - FFO (Fixed and Floating Objects) (60% випадків), зіткнення з іншими суднами (31%), посадки на мілину (8%) та інші навігаційні інциденти (1%). Найбільші збитки були завдані внаслідок зіткнень з об'єктами, що становить понад 1,14 мільярда доларів. Висока частота таких інцидентів пов'язана з особливостями лоцманської діяльності, коли лоцман контролює судно під час його прибуття або виходу з порту, що є одним з найбільш критичних етапів рейсу судна [3].

Важливість документування лоцманського проведення обумовлена тим, що основними факторами аварійності є неефективна взаємодія команди на мосту та недостатній обмін інформацією між капітаном і лоцманом під час передачі контролю над судном. Цей процес, відомий як Master-Pilot Information Exchange (MPX), є вирішальним для безпечного проходження небезпечних зон. Проте дослідження показали, що в багатьох випадках MPX залишається неповним, що призводить до порушень у навігації та аварійних ситуацій.

Документування лоцманського проведення сприяє підвищенню прозорості операцій та забезпечує наявність доказової бази для аналізу аварійних випадків. Це також дозволяє формувати стандартизовані процедури та впроваджувати більш структуровані підходи до розслідування інцидентів, що включають глибокий аналіз першопричин.

Постановка задачі. Основна задача дослідження полягає в аналізі існуючих методів документування лоцманського проведення та розробці вдосконалених процедур, які б враховували новітні технології та практики. Основними нормативними документами, що регулюють лоцманську діяльність в Україні та на міжнародному рівні, є:

1. Кодекс торговельного мореплавства України — визначає загальні принципи морської навігації та лоцманської діяльності.
2. Закон України "Про морські порти України" — регулює діяльність морських портів, включаючи надання лоцманських послуг.
3. Положення про морських лоцманів: Наказ Мінінфраструктури від 08.05.2013 № 292.

4. Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі (SOLAS) – встановлює стандарти безпеки мореплавства.
5. Резолюція ІМО А.960 – містить рекомендації щодо підготовки лоцманів та взаємодії між капітаном і лоцманом.

Існуючі, вище наведені, нормативно-правові акти [4-7] не нормують детальне документування лоцманського проведення та не враховують можливості сучасних технологій, таких як використання портативних лоцманських пристроїв (PPU – Portable Pilot Unit) та систем автоматизації.

Нині, для аналізу аварійних ситуацій, можуть бути використані записи радіолокаційної інформації берегових РЛС (Радіолокаційна станція), приймачів системи AIS (Automatic Identification System) - автоматична ідентифікаційна система та радіообміну на робочих каналах у діапазоні УКХ (Ультракоткі хвилі). Данні записи ведуться CPPC (Служба регулювання руху суден) [8]. Також важливим джерелом даних можуть бути записи з обладнання VDR (Voyage Data Recorder), встановленого на суднах. Проте, через технічні особливості систем AIS і РЛС, а також особливості роботи суднових навігаційних приладів, повне відтворення картини події часто є неможливим. Такі технічні аспекти, як згладжування результатів обробки GPS-сигналу і дискретність передачі даних AIS, яка може бути недостатньою, особливо якщо судно неправильно встановило свій навігаційний статус, створюють виклики для отримання повної та достовірної інформації.

Детальне відображення руху судна і дій учасників процесу лоцманського проведення є критично важливим для розгляду таких питань, як відповідальність за аварійні події, оптимізація технологічних карт проведення, а також підготовка і навчання спеціалістів. Тому існує вагомая потреба в розробці та впровадженні удосконалених методів документування.

Варіантом вирішення питання документування може бути впровадження у діяльність лоцмана ведення запису лоцманського проведення за допомогою сучасних засобів таких як ПЛП.

У Таблиці 1 виконано порівняння якості запису даних отриманих засобами CPPC та ПЛП.

Таблиця 1. Порівняння записів руху судна засобами CPPC та ПЛП

Параметр	CPPC	ПЛП
Джерела даних	Берегові РЛС та інформація від суднових AIS	Незалежні сенсори ПЛП (дві GNSS-антени, гіроскопи тощо)
Точність курсу	Залежить від якості AIS-даних та РЛС; може бути неточною через похибки суднових систем	Використовує дві GNSS-антени для визначення курсу; точність курсу 2-сигма до $\pm 0,49^\circ$
Точність позиціонування	Середня; залежить від відстані, погодних умов та характеристик суднового та берегового обладнання	Висока; до ± 1 метра або краще при використанні диференційних корекцій (WAAS, EGNOS)
Вплив похибки курсу на позицію	Можливі значні відхилення в позиціонуванні через неточності курсу	Похибка курсу може призвести до відхилення носа на кілька метрів на великих суднах
Розташування антени	Не контролюється; залежить від установки на судні	Критично важливе; неправильне розташування може знизити точність

Параметр	СРРС	ПЛП
Використання супутникових систем	Залежить від суднового AIS	Може використовувати додаткові системи (GALILEO+BEIDOU+GLONASS) для підвищення надійності
Частота оновлення даних	Може мати затримки через обробку та передачу	Висока; дані в реальному часі
Надійність обладнання	Залежить від стану РЛС, мереж та суднових AIS	Незалежний від суднових систем; власні сенсори ПЛП

Портативний лоцманський пристрій (ПЛП) — це спеціалізований навігаційний інструмент, який використовують морські лоцмани для підвищення ситуаційної обізнаності та підтримки навігаційної безпеки під час проведення суден у портах, каналах чи інших обмежених водах.

ПЛП складається з трьох основних компонентів:

1. Сенсори: Це ключова частина ПЛП, яка включає високоточні GNSS-антени, гіроскопи, акселерометри та комунікаційні модулі, що забезпечують збір навігаційних даних, таких як позиція, курс та швидкість повороту, незалежно від суднових систем.
2. Навігаційне програмне забезпечення: працює на ноутбуці або планшеті, відображаючи дані в реальному часі та інтегруючи їх з електронними картами. Це дозволяє лоцману мати персоналізоване зображення навігаційної ситуації.
3. Ноутбук або планшет: Використовується для запуску програмного забезпечення та відображення даних, зібраних сенсорами.

Дані отримані та оброблені ПЛП записуються у файл у форматі NMEA 0183 (National Marine Electronics Association - Національна асоціація морської електроніки). Це стандартний протокол для передачі навігаційної інформації між морськими електронними приладами. Він використовується для обміну даними між GPS-приймачами, AIS-транспондерами, ехолотами, гірокомпасами та іншими навігаційними сенсорами. Також до файлу можуть бути додані аудіозаписи. Після запису проведення є можливість відтворити та проаналізувати його хід. Повний файл може містити наступні дані:

1. Про рух судна під проводкою, а саме: координати, істинний курс, курс та швидкість відносно ґрунту, кутова швидкість судна.
2. Місцезнаходження та рух інших суден
3. Зовнішні погодні умови як вітер і течія (якщо є технічна реалізація цього сервісу у районі проведення)
4. Команди лоцмана на містку адресовані екіпажу судна а також капітанам буксирів що беруть участь у проводці
5. Обмін інформації з іншими сторонами процесу (лоцман-оператор СРРС, диспетчер порту, служба морської безпеки, стівідор та інші).

Приклад записаного проведення судна у файл за допомогою PPU Trelleborg + SeaIq Pilot [9] наведений на Рисунку 1.

Відтворення записаної проведення (Рисунок 2.1 та 2.2) можна використовувати для наступних цілей:

1. Планування наступних аналогічних робіт - в якості навчального матеріалу для лоцманів стажерів та початківців
2. Створення більш реалістичних та детальних сценаріїв що використовуються у складанні завдань для тренажерів по управлінні судном.

3. В якості доказового матеріалу під час розслідувань аварійних ситуацій
4. Для створення або покращення технологічних схем проведення та швартування
5. В якості матеріалу для дослідження питань управління судна в певних зовнішніх умовах планування гідротехнічних робіт у прилеглій акваторії.

```
SEAIq_YURIY_POLTORATZKIY_arr t 148x23x7.2 dep chsz w to morport anch SI
$PSIQCFCG,352386000,F,0,0,F,0,0,F,0,0,F,0,0
$PSIQSEL,,
$PSIQAIS,272166200,31.98306667,46.941975,,0,321,
$PSIQAIS,272593000,31.93252167,46.83923,41.6,0,,
$PSIQAIS,352386000,32.01046,46.93365333,287.3,6.1,292,
$PSIQAIS,636019744,32.00787,46.93947,162.3,4.8,157,
!AIVDM,1,1,,B,343QJT00h0R8IPVJ03QN3P0022wP,0*6B
!AIVDM,1,1,,A,344E0t00hJRBKM<J04veMs4221uP,0*00
!AIVDM,1,1,,A,14afK100IK2AV:DJ1HbF1EF62L10,0*31
!AIVDO,1,1,,1503s1000uRBR3Jnhk>I821P00,0*03
$HEHDT,292.000,T*26
$HEROT,0.000,A*2B
!AIVDM,1,1,,A,3447QJ0P0FRBQC8JmwenNwv20000,0*6A
$PSIQCFCG,1,0,1639565403.714,20211215,125003
!AIVDM,1,1,,A,H43Jh;11>o?GD000000000000,2*1F
$PSIQCRC,SHARE
!AIVDM,1,1,47,_AS,143uhJ0P00R8;>jJkCLQ`?wn2>`<,0*3E
$PSIQCRC,MAIN
!AIVDM,1,1,,B,143S>G000MR8;5nJgIG?E16201u,0*77
!AIVDO,1,1,,1503s1000vRBR2`Jnhj<?q841P00,0*3C
$HEHDT,292.000,T*26
$HEROT,-0.006,A*00
!AIVDO,1,1,,1503s10whvRBR2`Jnhj<?q84083K,0*32
$HEHDT,292.000,T*26
$HEROT,-0.016,A*01
$PSIQCRC,SHARE
!AIVDM,1,1,48,_AS,143Se>0000RBj2PJo4@N4:222>`<,0*61
$PSIQCFCG,2,0,1639565404.783,20211215,125004
!AIVDM,1,1,,B,D02V?Hh05>GL00600,4*13
!AIVDM,1,1,,B,A02V?Hib3Qba00h0DpV5RDqrPo>5b<KSicN,0*76
!AIVDM,1,1,,A,143S6t8P00RBA00JnssN4?v82<0n,0*4A
!AIVDM,1,1,,B,143udP0P01RB3RHJo7oRdgv6802a,0*34
!AIVDM,1,1,,A,143QP=?P032BTePjnvJCE0v80D19,0*32
!AIVDO,1,1,,1503s10whvRBR1pJnhks=a861P00,0*30
$HEHDT,291.999,T*2C
$HEROT,-0.049,A*0B
!AIVDM,1,1,,B,B43Jh;0000TW?=6ekml03wR5kP06,0*6F
$PSIQCFCG,3,0,1639565405.481,20211215,125005
$PSIQCRC,SHARE
Строка 1, столбец 1 | 2 781 128 символов | 100% | Windows (CRLF) | UTF-8
```

Рисунок 1 – Зміст файлу проведення (данні записані у форматі NMEA)

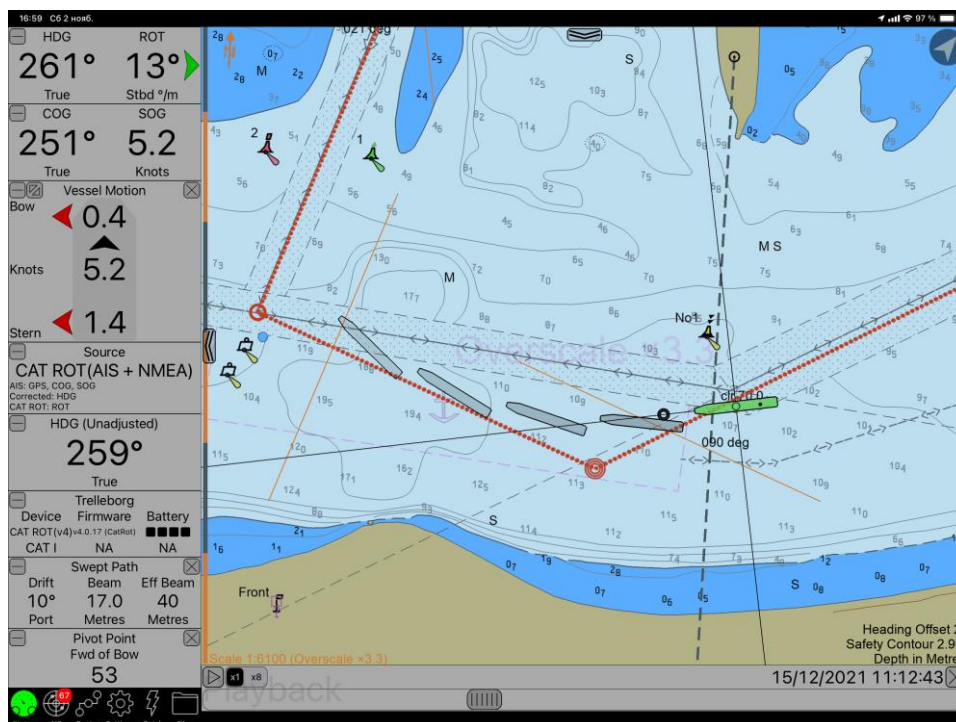


Рисунок 2.1 – Відтворений запис лоцманського проведення



Рисунок 2.2 - Відтворений запис лоцманського проведення

Впровадження сучасних технічних засобів у процес документування лоцманського проведення вимагає відповідного нормативно-правового забезпечення. Сьогоднішня нормативна база не повною мірою враховує можливості та потреби новітніх технологій, що створює перешкоди для їх ефективного застосування, а саме:

1. Відсутність правового статусу електронних записів як офіційних документів.
2. Недостатність стандартів та вимог до технічних засобів та програмного забезпечення.
3. Відсутність регламентації щодо зберігання та захисту електронних даних.
4. Невизначеність відповідальності у випадку технічних збоїв або кібератак.
5. Для підтримки впровадження нових технологій необхідно внести зміни до чинного законодавства та розробити відповідні нові нормативні акти:

Також для впровадження даної технології документування/запису лоцманського проведення пропонується виконання наступного.

1. Вибрати порт для тестування нових технологій та процедур.
2. Оцінити ефективність та виявити проблемні аспекти, що потребують доопрацювання.
3. Залучити експертів з різних сфер: морської навігації, права, інформаційних технологій.
4. Розробити комплексні пропозиції щодо змін у законодавстві та нормативній базі.
5. Організувати тренінги та семінари для лоцманів та іншого персоналу.
6. Створити навчальні матеріали з використання нових технічних засобів та процедур.
7. Залучення інвестицій та державної підтримки для оновлення технічної бази.
8. Проведення детального аналізу сумісності та вимог до обладнання.
9. Тестування та поступове впровадження з можливістю коригування процесу.

Висновки. Дослідження підтверджує важливість і необхідність вдосконалення документування лоцманського проведення для забезпечення безпеки мореплавства. Відсутність стандартизованих форм фіксації дій лоцмана та нерегламентоване використання сучасних технологій у цьому процесі залишає прогалини, що можуть ускладнити аналіз аварійних ситуацій та запобігання подібним інцидентам у майбутньому.

Запропоновані методи, що передбачають впровадження портативних лоцманських пристроїв для автоматизації збору даних, мають суттєвий потенціал для підвищення точності документування та створення доказової бази у випадках виникнення інцидентів. Це, у свою чергу, забезпечить підвищення прозорості операцій, покращення якості навчання лоцманів, створення реалістичних сценаріїв для тренажерів, а також оптимізацію технологічних карт проведення.

Необхідність оновлення нормативно-правової бази, що регулює діяльність лоцманів, є критичним кроком для ефективного впровадження нових технологій. Законодавчі зміни повинні включати визначення правового статусу електронних записів, встановлення стандартів до обладнання та програмного забезпечення, а також регламентацію захисту даних. Реалізація цих заходів сприятиме покращенню управління безпекою мореплавства та зниженню аварійності під час лоцманського проведення.

У перспективі, випробування нових технологій у конкретних портах, їхнє поетапне впровадження з урахуванням результатів аналізу й коригування, а також залучення експертів з різних галузей дозволять створити оптимальні умови для підвищення безпеки судноплавства в складних навігаційних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Vorokhobin I.I. The Pilotage Log, Shipping and Navigation, 2013, 22: 76-85.
2. Vorokhobin I.I. Pilotage planning and execution documentation, *Shipping and Navigation*, 2013, 23: 46-55.
3. Report on P&I claims involving vessels under pilotage 1999-2019, 2020.
<https://www.igpandi.org/article/pilotage-report/> (18th December 2020)
4. RECOMMENDATIONS ON TRAINING AND CERTIFICATION AND ON OPERATIONAL PROCEDURES FOR MARITIME PILOTS OTHER THAN DEEP-SEA PILOTS [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.960\(23\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.960(23).pdf)
5. Про внесення змін до Правил плавання і лоцманського проведення суден у північно-західній частині Чорного моря, Бузько-Дніпровсько-лиманському та Херсонському морському каналах: Наказ Мінінфраструктури від 09.08.2022 № 587 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1080-22> (дата звернення: 03.11.2024)
6. Кодекс торговельного мореплавства України: Кодекс України; Закон, Кодекс від 23.05.1995 № 176/95-ВР // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/176/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 03.11.2024)
7. Про затвердження Положення про морських лоцманів: Наказ Мінінфраструктури від 08.05.2013 № 292 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0920-13> (дата звернення: 03.11.2024)
8. Про затвердження Порядку надання послуг з регулювання руху суден: Наказ; Мінінфраструктури від 08.05.2013 № 291 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0807-13> (дата звернення: 03.11.2024)
9. <https://seaiq.com/details.html>

UDC 656.61.076.3:339.5(045)=111

FREIGHT CHARTERING IN SHIPPING IS THE FOUNDATION OF MARITIME TRADE

Gerasymenko Nika¹, student of group 1604, **Syemitko Volodymyr**¹, senior lecturer

¹National University “Odessa Maritime Academy”, Ukraine

ABSTRACT

Chartering is the process by which shipowners and charterers negotiate and agree upon the terms and conditions for the use of a vessel through the Charter Party Contract referred to as the Charter Party. It is a critical aspect of the shipping industry, as it determines how cargo is transported across the globe, and at what cost which in turn determines the profitability and success of shipping companies. There are many different types of charter contracts, various cost components, and of course many different players involved. Understanding the nuances of chartering is vital in ensuring efficient and cost-effective transportation of goods around the globe [1].

Key words: Types of charters, maritime chartering, voyage charter, standard forms of ship charter.

Freight chartering in shipping forms the basis of maritime trade, ensuring the transportation of goods between ports of various countries. It is the process of entering into a contract between a shipowner and a charterer, where the shipowner provides the vessel for transporting cargo or performing other tasks. In today's world, chartering is a complex and diverse process, encompassing different forms of commercial ship leasing, including time charters, voyage charters, bareboat charters, and other specialized agreements.

Main Types of Chartering

- **Time Charter:** A time charter is one of the most popular forms of chartering. Under this type of contract, the charterer rents the vessel for a specified period (from a few days to several years). An important feature is that the shipowner provides the vessel with a crew, handles its technical maintenance, and keeps it in proper condition. In return, the charterer uses the vessel for commercial purposes, bearing costs for fuel, port fees, and cargo operations. A time charter is a flexible solution that allows transportation to be adapted to changing market conditions.

- **Voyage Charter:** In a voyage charter, the charterer rents the vessel for a specific voyage, that is, for transporting cargo from one port to another. The shipowner is paid for the transportation based on the volume of cargo or for each individual voyage. All expenses related to the ship, including fuel, operational, and port costs, are covered by the shipowner. This type of chartering is suitable for transporting large cargo batches, such as oil, gas, ore, grain, etc.

- **Bareboat Charter:** This is a type of chartering where the charterer gains full control of the vessel for a certain period, hiring the crew and bearing all operational and maintenance costs. A bareboat charter is used when a company needs full control of a vessel for an extended period, for tasks such as geological exploration or seabed research.

Key Terms of Chartering

Chartering agreements always include clearly defined terms for the loading and unloading of the vessel, execution deadlines, costs, and the responsibilities of the parties. One of the most important conditions is the freight rate – the cost of renting the vessel, which can fluctuate depending on the economic market situation, cargo type, voyage length, and other factors.

Another crucial condition is the terms regarding **demurrage** and **detention**. Demurrage is the fee that the charterer must pay to the shipowner for the delay of the vessel in port beyond the agreed loading or unloading time. Detention refers to delays after the vessel is released from port. These penalty sanctions are used to ensure the efficient operation of vessels and reduce possible delays that can lead to financial losses.

International Regulation

Freight chartering in modern shipping is regulated by various international standards and agreements. For example, standards developed by the Baltic and International Maritime Council (BIMCO) are of great importance. BIMCO provides contract templates and terms for chartering that are widely used worldwide to standardize the process and reduce legal risks.

Another important component is the influence of international environmental law, particularly the MARPOL Convention, which regulates measures to reduce marine pollution from shipping

activities. This includes controlling ballast water, emissions of pollutants, and other environmental aspects of shipping, which are also taken into account when entering into chartering agreements [2].

Impact of Globalization and New Technologies

Globalization and the development of new technologies have significantly changed the process of chartering. Thanks to digitalization, modern shipping has become more transparent and efficient. Many processes, such as contract signing, vessel monitoring, cargo tracking, and documentation management, have moved to an online environment. This allows for quick adaptation to changing market conditions and provides a high level of control over all aspects of chartering. Innovation also relates to environmental standards. Requirements for reducing CO₂ emissions and introducing more eco-friendly fuels are forcing shipowners and charterers to review their operational strategies. [3].

Export of Agricultural Products from Ukraine: Ports and Operations Amidst War

The export of agricultural products from Ukraine, particularly grain, has become a critical issue in light of the ongoing war since 2022. Before the full-scale Russian aggression, Ukraine was one of the world's leading grain exporters, with Black Sea ports playing a key role in this process. However, military actions and the blockade of ports have created serious difficulties for exports, which in turn have affected global food markets [4].

Port Operations During the War

Before the war, the main ports for Ukrainian agricultural exports were Odessa, Chornomorsk, Mykolaiv, and Pivdennyi. After the Russian blockade of the Black Sea, maritime routes for product export were effectively closed, forcing Ukraine to seek alternative export routes.

- **Grain Corridor:** In July 2022, a deal brokered by the UN and Turkey established a "grain corridor" through the ports of Odessa, Chornomorsk, and Pivdennyi. This corridor allowed Ukraine to partially resume its sea-based grain exports. Under the terms of the agreement, vessels could exit these ports through a secure route in the Black Sea, passing through Turkey for inspection to ensure compliance with safety protocols [5].

However, this corridor has been periodically suspended due to aggressive actions by Russia, which withdrew from the agreement in 2023, further increasing risks for shipping in the region. As a result, the global food crisis has deepened, with grain prices continuing to rise.

- **Alternative Routes:** Following the blockade of the Black Sea, Ukraine has actively developed alternative routes for grain exports:

- **Railway Routes:** Part of the agricultural products began to be exported via railways to ports in Romania, Poland, Hungary, and other neighboring countries. The port of Constanta in Romania plays a particularly important role, as a significant portion of Ukrainian grain is shipped there via the Danube River.

- **River Transport:** Ukraine is also actively using river routes, especially along the Danube River. Ports on the river, such as Reni and Izmail, have become key points for grain exports, as they allow the cargo to be shipped to Romanian ports and further to global markets.

- **Road Transport:** Road routes are also used for transporting grain to neighboring EU countries, although this method is less efficient due to limited capacity and significant costs.

Impact of the War on the Freight Market

The war has significantly impacted the freight market in Ukraine. First, insurance companies have raised premiums for vessels operating in the conflict zone, increasing overall shipping costs. Second, the shift to alternative routes has complicated the logistics chain, which has also contributed to higher freight costs. The demand for vessels capable of operating in high-risk areas has grown, driving up freight rates. Moreover, the transition to new ports and the restructuring of logistics has lengthened transportation times, further affecting the cost structure [5].

Challenges and Prospects

Ukraine faces numerous challenges in exporting its products during the war. Besides the blockade of ports, the threat to vessels from Russian forces and the instability of the grain corridor remain significant issues. However, Ukraine continues to search for new ways to maintain exports.

Initiatives to develop river ports and railway routes have potential but require significant investment and time to adapt to the current conditions [6].

Thus, freight chartering for exporting products from Ukraine in times of war is not only a matter of economic survival but also a global issue that impacts food security worldwide.

Conclusion

In modern shipping, chartering remains a fundamental aspect of global maritime trade, enabling the transport of goods across international waters. The complexity and variety of chartering agreements, ranging from time charters to voyage and bareboat charters, reflect the dynamic nature of global commerce. These agreements are governed by strict regulations, international standards, and evolving technologies, all of which aim to streamline operations and mitigate risks.

The ongoing war in Ukraine, however, has dramatically reshaped freight operations in the region. With traditional Black Sea routes disrupted, Ukraine has had to rely on alternative export methods such as river, rail, and road transport. The war has not only increased costs due to heightened insurance premiums and logistical challenges but has also highlighted the critical role Ukraine plays in global food security.

As the maritime industry adapts to the challenges posed by the war and global environmental standards, it will continue to face evolving demands for efficiency, safety, and sustainability. Shipping remains a cornerstone of global trade, and the ability to navigate complex geopolitical and economic landscapes will define its future trajectory.

REFERENCES

1. Stopford, M. *Maritime Economics*. 3rd Edition. Routledge, 2009. A key textbook on shipping economics, covering major aspects of charter agreements, the freight market, and the economics of shipping companies.
2. Branch, A. E. *Elements of Shipping*. 9th Edition. Routledge, 2014. A study of maritime logistics and the practical aspects of the shipping business, including chartering management and transportation routes.
3. Baltic and International Maritime Council (BIMCO). *Standard Charter Party Clauses and Guidelines*. 2022. A practical guide to standard contracts and charter agreements widely used in international shipping practice.
4. International Maritime Organization (IMO). *MARPOL Convention Guidelines*. 2019.
5. An official source of information on international environmental legislation related to shipping.
6. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). *The Impact of the Russia-Ukraine War on Global Food Security*. 2023. A report on the impact of the war on Ukrainian exports and the global food market, including logistics and transportation corridors.
7. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). *Review of Maritime Transport 2022*. An analytical report on the global state of maritime transport, focusing on the impact of current conflicts and changes in logistical routes.

UDC 627.717(045)=111

PILOT BOARDING METHODS AND EQUIPMENT REQUIREMENTS

Gershkul Anna¹, student of group 1408, **Syemitko Volodymyr¹**, senior lecturer ¹National University "Odessa Maritime Academy", Ukraine

ABSTRACT

The transfer of a pilot from ship to ship involves significant risks that need to be carefully managed. Pilots board ships to ensure the safe arrival and departure of vessels from ports. Every year, accidents involving pilots embarking and disembarking from ships occur, resulting in injuries and even fatalities. Most pilot accidents occur because of poorly designed access arrangements or inadequately installed equipment on board ships. It is therefore very important that the

embarkation/disembarkation of pilots is closely monitored by a responsible officer, ensuring that SOLAS requirements are observed.

Key words: pilot, regulations on pilot transfer, Boarding Methods, standards and requirements for structural elements regarding pilot ladder.

Pilots join vessels to assist the Master and crew during critical and potentially hazardous phases of navigation. Qualified pilots possess particular local knowledge pertinent to the voyage, and have the necessary ship-handling skills to assist the safe arrival and departure of vessels. Pilot transfers are carried out by three methods: by pilot cutter, by either helicopter or hydrocopter in icy conditions. In some places, today pilots may use a helicopter for boarding and disembarking. However, such a transfer should be carried out only when it can be conducted safely. It is important that the pilots are trained in helicopter flight procedures, embarkation and disembarkation including winching and safety and emergency drills before undertaking helicopter transfers. It is also important to train and brief the deck crew before a helicopter transfer is conducted. The deck crew should take every measure to ensure the safe landing of the helicopter. The officer of the watch should be in continuous contact with the helicopter pilot. Normally, pilots board and disembark using a traditional pilot ladder from and to an awaiting pilot boat. The transition from pilot boat to pilot boat or from ladder to pilot boat is the most risky and most likely accident-prone process of the pilot transfer process. The pilot's working environment poses an extreme risk of being struck, as there are no fixed or stationary areas and the vessel and pilot boat move independently of each other. The gangways also move independently and tend to fall and swing back against the side of the hull as they are not attached to the side of the vessel. All stakeholders, including the administration, shipowner, ship personnel, pilotage organizations and employees, have the responsibility to ensure that pilot transfer operations are carried out safely. Even though these stakeholders are doing their best to prevent accidents, pilot transfer accidents still occur today [1].

On average, 18 fatal accidents occur annually, as result of accidents while boarding/disembarking from vessels. Nevertheless, pilot ladders remain the safest and most efficient way to board vessels at sea and there is often no alternative, except on occasion when a helicopter can be used. The International Maritime Organization (IMO) addresses the necessary regulations on pilot transfer safety in SOLAS Annex 5 Rule 23 and directive A.1045 (27). Additionally, there are different industry recommendations and industry standards. SOLAS includes requirements for safe pilot transfer mechanisms, ship personnel's responsibilities regarding transfer, rules regarding the transfer equipment used, and rules regarding appropriate lighting. In IMO directive A.1045 (27), minimum standards and requirements for structural elements regarding pilot ladder and side scaffolds are specified. International Standards for Pilotage Organizations (ISPO) is a code of best practices to improve the quality and safety of pilots and pilotage organisations.

Pilots have the right to decline to board vessels offering defective boarding arrangements, which can result in serious delay. Pilots are also entitled to report defects in boarding arrangements to port state control authorities, which could lead to a full port state control inspection with the risk of delay and financial penalties.

The IMO International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS Chapter V, Regulation 23) sets out the principal requirements for the rigging of pilot ladders. Further detailed technical specification for pilot ladders is provided in IMO Resolution A.1045(27) [2, 7].

- A pilot ladder should be certified by the manufacturer as complying with SOLAS V/Reg.23 or ISO 799:2004. (Paragraph 2.3).

- Pilot ladders should be clearly identified with tags or other permanent marking. A service and repair record for pilot ladders should be kept onboard

- The steps of the pilot ladders should be equally spaced not less than 310mm or more than 350mm apart

- The side ropes of the pilot ladder should be continuous, with no joints and have a breaking strength of at least 24 kN per side rope

- When accommodation ladders are used in conjunction with pilot ladders, the accommodation ladder's angle of slope should not exceed 45° and the accommodation ladder should be at least 600 mm width.

- When in use, the lower platform of the accommodation ladder should be secured to the ship's side. The lower platform should be a minimum of 5m above sea level. The horizontal distance between the pilot ladder and the lower platform should be between 0.1 and 0.2 m [3].

If there is a gateway in the rails or bulwark, adequate handholds should be provided at the point of embarking or disembarking from the ship on each side which should not be less than 0.7 m or more than 0.8 m apart. Each handhold should be rigidly secured to the ship's structure at or near its base and also at a higher point, not less than 32 mm in diameter and extend not less than 1.2 m above the top of the bulwarks. Stanchions or handrails should not be attached to the bulwark ladder. The securing of the pilot ladder is the most important link in the pilot ladder safety chain. With all the regulations in place, there are no guidelines on how to secure a pilot ladder to the ship. Since many times the pilot ladder cannot be secured at full length, due to the varying freeboard at specific loading conditions, it has to be secured at intermediate length. That can only be done in a safe way when the following conditions are met:

1. The weight of the ladder can not be transferred to the steps, the spreaders or the chocks, since they are not intended to be used for this purpose.

2. The securing arrangement must be such that no damage is done to the structural integrity of the pilot ladder.

The Pilot Ladder should be secured to the ship's deck, on designated strong points, by means of the ladder's side ropes

The pilot ladder, and all other necessary equipment, should be of an approved type, be kept in a good working condition and be maintained in accordance with the manufacturer's recommendations. The steps of the ladder must be in good condition with no cracks and must have an efficient non-slip surface [4].

On all ships, where the distance from sea level to the point of access to, or egress from, the ship exceeds 9 metres, and when it is intended to embark and disembark pilots by means of the accommodation ladder, or other equally safe and convenient means in conjunction with a pilot ladder, the ship shall carry such equipment on each side, unless the equipment is capable of being transferred for use on either side. (pic.1)

In some places, today pilots may use a helicopter for boarding and disembarking. However, such a transfer should be carried out only when it can be conducted safely. If the transfer of a marine pilot is performed by helicopter, the vessel requesting a pilot or carrying a pilot to be dropped has to meet the prerequisites helicopter transfer. Such transfer can be done at wind speeds of up to 55 knots relative to the vessel. When helicopters cannot be used owing to adverse weather conditions, or when the vessel to be served does not meet the prerequisites for helicopter transfer, pilots are transferred by boat [5].

Pilot transfer is performed either by winching down the pilot from the helicopter or by the helicopter touching down on the vessel's deck. Winching operations or landings are carried out, if a winching area or a landing area is provided on the vessel. It is important that the pilots are trained in helicopter flight procedures, embarkation and disembarkation including winching and safety and emergency drills before undertaking helicopter transfers. A pilot should wear proper personal protective equipment especially a life jacket and ear protection when in the helicopter. It is also important to train and brief the deck crew before a helicopter transfer is conducted. All duties should be assigned prior to the arrival of the helicopter. The deck crew should take every measure to ensure the safe landing of the helicopter. Any loose object in the operation area should be secured. Deck crew should keep in mind the dangers of static discharges from the winch cable. It is therefore important to ground the cable line before the cable is captured and offered to the pilot to avoid any injury. The officer of the watch should be in continuous contact with the helicopter pilot.



Pic. 1. Embarkation pilot on board vessel



Pic. 2 Transfer pilot on board vessel by helicopter

The use of helicopters for pilot transfer allows:

- to serve in a very short period of time one or more vessels, in some cases at a considerable distance, before entering areas of heavy traffic where vessels can manoeuvre freely without creating dangerous situations;
- deliver a pilot to a vessel, even a small one, in high seas when the use of a boat is not possible;
- Not to destroy shipping traffic, as helicopter operations are carried out quickly [6].

Conclusion

Until a safer and more reliable method of transferring a pilot at sea is invented, the pilot ladder will continue to be used. The success of a pilot transfer operation depends on many factors, including the correct installation of ladders, careful adherence to procedures by the ship's crew and the pilot boat personnel, the pilot's own awareness of the situation, the use of personal protective equipment, and reliable communication between the ship and the pilot boat during the transfer.

It should be understood that the pilot transfer operation is a complex work of three different teams: the ship's crew, the pilot boat personnel and the pilot himself. When the work is carried out by a single team with one leader, most risks are minimized due to the shared experience and teamwork. However, when three teams with independent leaders of different cultural levels work together, the risks associated with the operation are not effectively controlled. In such a situation, the person whose life depends on the actions of various performers must take a leading position and manage the entire front of the operation. Thus, the final word in the pilot transfer procedure remains with the pilot himself. The pilot should never rush and forget about his most important duty - to take care of his own life. He should not depend on the competence, understanding, skills and sympathy of other crews of the ship and boat.

REFERENCES

1. IMO Resolution A.889(21) "Pilot Transfer Arrangements"

2. Pilot on board, INSIGHT 181, 2006, 01 FEB 2006
3. Responsibility for safe navigation with a pilot embarked, December 5, 2014
4. Pilot on the bridge - Role, Authority and Responsibility, Gard Loss Prevention Circular, No. 04-00. Gard AS, July 2014
5. What Are the Duties of Officer on Watch When Pilot is On Board Ship? Shilavadra Bhattacharjee, July 21, 2019 Marine Navigation
6. The embarkation & disembarkation of pilots. Code of safe practice. Revised July 2021, Marine Pilots Association, the UK Harbour Master Association, and the UK Major.
7. International Convention for Safety of Life at Sea, 1974 (SOLAS) Chapter V Regulation 23 (Ch V, Reg. 17 applicable before 1 July 2002)

УДК 656. 61. 052. 4 (045)

УПРАВЛІННЯ МОРСЬКИМ СУДНОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Іванов Р.В., курсант гр. 1401, керівник **Маркітан В.В.**

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. Багато морських аварій трапляються через людську помилку. Вони можуть бути викликані поганим поданням інформації. Завдяки більш інтуїтивно зрозумілому, та більш організованому відображенню інформації, доповнена реальність має потенціал для різкого підвищення безпеки на борту.

Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) - це область віртуальної реальності (virtual reality, VR), яка об'єднує віртуальні об'єкти або інформацію з реальним середовищем за допомогою технології комп'ютерної графіки, щоб віртуальні об'єкти здавалися частиною існуючого середовища. Ця технологія дозволяє відображати інформацію, перекриваючи інформацію на зображеннях реального світу. AR накладає цифровий контент на реальне зображення, або на екрані, або за допомогою окулярів AR. На відміну від віртуальної реальності, AR може прив'язувати цифрову інформацію до реальних об'єктів, навіть якщо вони рухаються. Наприклад, замість постійного перехресного посилання на радар та AIS, інформація про цільове судно може відображатися в AR - бульбашці біля цілі, коли ви дивитеся у вікно. Навігаційні системи AR роблять відповідну інформацію легко доступною в доступному форматі в точці використання. Це зменшує когнітивне навантаження на навігатора і дозволяє їм зосередитися на великій картині, а не на постійному перемиканні завдань збору та перехресного посилання інформації.

Актуальність досліджень. Згідно з результатами аналізу операцій на навігаційному містку, найбільшою проблемою з навігаційним обладнанням, що працює в даний час, є надання надмірної та іноді непотрібної інформації або не відповідних методів надання даних. Зокрема, функція оповіщення щодо надзвичайних ситуацій наразі надається через RADAR та ECDIS, але такі сповіщення доставляються через текстові повідомлення або звуки тривоги, які є неефективними та неінтуїтивними, тому цей аспект потребує подальшого вдосконалення.

Постановка задачі. Спираючись на інформацію про новітні розробки у царині навігаційного обладнання містка зробити аналіз застосування навігаційних систем з використанням доповненої реальності. Дослідити переваги та можливі недоліки використання новітніх технологій на навігаційному містку. Описати діючі зразки навігаційного обладнання з використанням технології AR. Зробити висновки.

Результати досліджень. Система AR накладає відповідну інформацію на стабілізовані відеозображення з камери, що рухається вперед. Так само, як судноводії можуть вибирати, які інформаційні шари відображати в електронній картографічній та навігаційно-інформаційній системі (ECDIS), користувачі навігації AR можуть вибрати відображення AIS, радар, ECDIS, гірокомпаса та інформації про маршрут у своїй системі AR. AIS та радіолокаційні цілі

змінюють колір відповідно до рівня загрози, а користувачі можуть збільшувати або зменшувати дальність, як і з радаром або ECDIS. При обмеженій видимості або вночі при інтенсивному прибережному русі навігаційні системи AR пропонують помітне поліпшення ситуаційної обізнаності, чітко вказуючи, які вогні, ймовірно, будуть суднами, а не береговими вогнями, і де шукати цілі в тумані. Навколишній рух суден, обладнаний AIS, та навігаційні засоби, чітко ідентифіковані багатоманітною графікою на живому, динамічному відеозображенні. Кольорові етикетки забезпечують миттєву ідентифікацію, статус та оцінку ризиків Live AIS Targets. ClearCruise AR забезпечує позитивну ідентифікацію суден, обладнаних AIS, на горизонті. Основні об'єкти діаграми визначаються для миттєвого розпізнавання. Технологія ClearCruise AR візуально показує вам, де розташовані ваші збережені шляхові точки та позначки. На даний час проводяться різні дослідження щодо таких технологій доповненої реальності разом з недавнім розвитком мобільних пристроїв, а застосування до різноманітних галузей промисловості, включаючи аерокосмічну, автомобільну та корабельну, швидко зростає. Завдяки експериментам була перевірена стабільна робота прототипу апаратного та програмного забезпечення в умовах середовища реального судна. В опитуванні, проведеному після експерименту, більшість учасників дали позитивні відгуки щодо системи навігаційної допомоги доповненої реальності, але висловили стурбованість збільшенням робочого навантаження від нового навігаційного обладнання. Були також випадки, коли помилки реєстрації виникали під час реєстрації розширеного зображення через помилки координат від GPS, і були виявлені елементи, які потребують вдосконалення, включаючи труднощі з розрізненням даних через надмірну кількість інформації, що відображається на горизонті.

Компанія Raymarine є одним з лідерів, коли справа доходить до морської навігації. Зараз вони роблять успіхи в технології AR. Технологія ClearCruise AR дозволяє легко вибрати буй, що позначають краї безпечного каналу в туманний день. Розроблений компанією прилад AR200 - це унікальний морський датчик та модуль стабілізації відео, що складається з приймача GPS (GNSS) та датчика системи визначення координат та курсу (AHRS). AR200 надає GPS позицію, компасний курс, висоту та дані про крену на картплотер Axiom. У поєднанні з сумісною морською камерою можливості стабілізації відео AR200 дозволяють використовувати функції доповненої реальності ClearCruise™.

FURUNO ENVISION AR Navigation System - це абсолютно нова вдосконалена навігаційна система доповненої реальності, яка забезпечує значну підтримку навігації, використовуючи переваги AR, щоб вийти за межі реальності. Завдяки камері, спрямованій вперед на судно, зображення проєкції виду спереду на дисплеї та вся необхідна навігаційна інформація накладаються на це відеозображення в прямому ефірі нашою технологією AR. Навіть у несприятливих погодних умовах або умовах обмеженої видимості ви можете чітко переглядати маршрути інших суден та критичну інформацію, а також власні дані про судно, що дозволяє вам маневрувати та орієнтуватися без стресу. Цей дуже інтуїтивно зрозумілий спосіб відображення та обміну інформацією між капітаном та командою містка забезпечує підвищену ситуаційну обізнаність, впевненість екіпажу, підтримку спостерігача та дозволяє краще координувати членів екіпажу. Зображення проєкції виду спереду на дисплеї та вся необхідна навігаційна інформація накладається на ці відеозображення в прямому ефірі за технологією FURUNO AR. TVI (Індикатор огляду зверху). Відображає інші судна або радіолокаційним відстеженням цілі (TT) або за допомогою AIS на 360 градусів з власним судном у центрі. Накладаючи графічну віртуальну форму на цілі AIS (віртуальний буй, буй, човен, танкер), стає легко візуально зрозуміти розташування небезпечних цілей та їх напрямки.

Висновки. Хоча доступні різні типи навігаційного обладнання з передовими технологіями, щоб допомогти судноводцям підвищити безпеку експлуатації судна, необхідні подальші дослідження методу ефективного відображення та обслуговування інформації, враховуючи оптимальність надання інформації. У міру продовження досліджень та розробок різні системи навігаційної допомоги на основі прозорих дисплеїв будуть надалі розвиватися та використовуватися в мосту, щоб максимізувати ефект технологій доповненої реальності.

Очікується, що таке використання технології доповненої реальності стане на перешкоді для морських аварій та підвищить ефективність експлуатації суден у майбутньому. Навігаційні системи AR забезпечують легкий доступ до всієї відповідної електронної інформації на одному екрані. Це покращує ситуаційну обізнаність, зменшує когнітивне навантаження та робить перевірку та перехресну перевірку навігаційної інформації простішою, ніж будь-коли. Покращена ситуаційна обізнаність призводить до зменшення навігаційних аварій, безпечніших суден та неминучої економії коштів на ремонт та страхові внески.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405535216300183>
2. <https://thetius.com/how-do-augmented-reality-navigation-systems-work/>
3. <https://matthiashamann.work/en/guides/ar-technology/topic/nautical-navigation>
4. <https://www.raymarine.com/en-us/our-products/marine-cameras/augmented-reality>
5. <https://www.raymarine.com/en-us/our-products/marine-cameras/augmented-reality/ar200#product-pricing-table>
6. <https://www.furuno.com/special/en/envision/>

УДК 629.5.033.

ЕКСТРЕНЕ ГАЛЬМУВАННЯ ТА МАНЕВРУВАННЯ СУДНА

Левенець М.С., курсант гр. 1201, керівник **Матвєєв М.Д.**, викладач

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. Безпека мореплавства – одна з ключових задач сучасного судноплавства. Згідно з даними Міжнародної морської організації (ІМО), щороку реєструється близько 5 000 морських аварій. Це спричиняє значні матеріальні втрати, екологічні збитки та людські жертви. Понад 70% морських інцидентів пов'язані з зіткненнями, причинами яких є як технічні, так і людські фактори. Зі збільшенням обсягів морських перевезень, яке, за прогнозами, до 2025 року сягне 14,7 мільярда тонн, необхідність впровадження сучасних методів екстреного маневрування та гальмування стає ще більш актуальною.

Екстрене маневрування і гальмування – критично важливі операції, які можуть запобігти зіткненням і катастрофам на воді. Зокрема, судна, оснащені сучасними автоматизованими системами навігації, мають значно вищий рівень ефективності маневрування в умовах обмеженого часу на прийняття рішень. Результати наукових досліджень показують, що судна з такими системами на 35% рідше потрапляють у аварійні ситуації. У даній роботі буде проаналізовано сучасні методи екстреного маневрування, їх технічні аспекти, а також вплив автоматизованих систем на підвищення безпеки судноплавства.

Актуальність. Судноплавство залишається важливою частиною світової економіки. Проте зростання інтенсивності морських перевезень підвищує ризик виникнення аварійних ситуацій на воді. Аналіз даних показує, що близько 85% аварій можна було уникнути за умов правильно організованих екстрених маневрів. Наприклад, зіткнення суден у 70% випадків є результатом недостатньої підготовки екіпажу до екстрених дій або відсутності належного контролю над рухом судна.

Сучасні технології навігації на основі автоматизованих систем ARPA, ECDIS та DP дозволяють знизити ризик аварій до мінімуму, забезпечуючи точне визначення координат судна, попередження про потенційні загрози, а також розрахунки оптимальних траєкторій для безпечного маневрування. Це дослідження є актуальним, оскільки воно розкриває можливості та переваги впровадження таких технологій у навігаційні процеси.

Основна частина. Основи екстреного маневрування та гальмування на судах.

Екстрене маневрування та гальмування є ключовими для забезпечення безпеки судноплавства. Дослідження показують, що своєчасне застосування екстреного маневрування здатне зменшити ризик зіткнення до 50% у критичних ситуаціях. Наприклад, при швидкості судна 15 вузлів (28 км/год) екстрене маневрування з періодом реагування в 30 секунд дозволяє знизити ризик аварії, якщо відстань до можливого зіткнення становить близько 600 метрів.

Ключові види екстреного маневрування:

- Курсова зміна — швидка зміна напрямку руху для уникнення зіткнень.
- Реверсивне гальмування — зниження швидкості судна за допомогою реверсивного режиму двигуна, що дозволяє зменшити відстань до зупинки на 20-30% у порівнянні з традиційними методами.
- Комплексні маневри — поєднання курсової зміни та гальмування, ефективне для уникнення зіткнень у обмеженому просторі, коли відстань до небезпечного об'єкта менша за 200 метрів.

Технічні засоби для екстреного маневрування. Сучасне навігаційне обладнання суттєво розширює можливості екіпажу для запобігання аварійних ситуацій. Дослідження показують, що судна, оснащені системами ARPA, знижують ризик зіткнень на 60%. Ця система автоматично розраховує траєкторії інших суден і попереджає екіпаж про можливі зіткнення.

- ARPA (Automatic Radar Plotting Aids) — система радіолокації, що дозволяє екіпажу обчислювати параметри руху інших суден у зоні видимості. ARPA здатна аналізувати до 50 цілей одночасно та автоматично створювати тривожні сигнали при наближенні до небезпечних об'єктів.

- ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) — система відображення електронних карт, що надає екіпажу актуальні дані про течії, напрямки руху та погодні умови. Вона здатна інтегруватися з іншими системами, такими як AIS, ARPA та DP, забезпечуючи повний контроль над ситуацією.

- DP (Dynamic Positioning) — система динамічного позиціонування, яка автоматично керує положенням судна за допомогою гвинтів і рульових колонок. DP особливо корисна під час маневрування поблизу берегової лінії, коли точність позиціонування повинна бути в межах 1-0,5 метрів.

Сучасні навігаційні комплекси, як-от Wärtsilä Navi-Planner, дозволяють прогнозувати небезпечні ситуації, враховуючи до 10 000 параметрів за секунду, що підвищує ймовірність безпечного уникнення аварій. Це забезпечує екіпажу можливість своєчасного прийняття рішень на основі актуальної інформації.

Методи екстреного маневрування та їх ефективність. Класифікація методів екстреного маневрування

- Маневри уникнення — призначені для зміни курсу судна у випадку прямої загрози зіткнення. Дані показують, що ці маневри можуть зменшити ймовірність аварії на 40%.

- Екстрене гальмування — дозволяє суттєво знизити швидкість судна, необхідну для уникнення зіткнення. Для суден середньої водотоннажності при швидкості 14 вузлів (26 км/год) необхідно від 300 до 500 метрів для зупинки. Однак з використанням DP час зупинки може скоротитися на 20-30%.

- Комбіновані маневри — поєднання швидкого гальмування та повороту, що знижує ризик аварій у ситуаціях з обмеженим часом.

Технічні аспекти та автоматизація процесів Системи автоматизованого управління рухом судна значно підвищують ефективність маневрування. Наприклад, GPS-системи забезпечують точність до 10 метрів, що є критично важливим для маневрування у портах та в умовах обмеженої видимості. Використання інерціальних систем INS підвищує точність до 1 метра навіть за наявності сильного вітру чи течій.

Ефективність методів екстреного маневрування Використання автоматизованих систем навігації знижує кількість аварійних ситуацій на 35%, забезпечуючи точність маневрування та зменшуючи ризик зіткнень. Дослідження показують, що судна, оснащені системами AIS, можуть виявляти інші судна на відстані до 15 морських миль (27 км), що дозволяє екіпажу завчасно реагувати.

Висновки. Методи екстреного маневрування і гальмування є критичними для забезпечення безпеки мореплавства. Використання сучасних навігаційних технологій та автоматизованих систем значно підвищує ефективність таких методів, дозволяючи своєчасно запобігати

ЛІТЕРАТУРА

1. Державний нагляд та безпека торговельного мореплавства [Текст] / О. М. Шемякін // Правова держава. Вип. 8. - К.: Ін-т держави і права ім. В.М.Корецького НАН України / голов. ред. Ю. С. Шемшученко, 1997. - С. 145-149
2. Завітаєв, В. Л. **Судноводіння на внутрішніх і прибережних морських шляхах.** — Київ: Ліра-К, 2021. — 280 с.
3. Іноуе, Т. Маневреність в складних умовах: раціональні критерії та стандарти / Т. Іноуе, К. Кімура // Journal of Marine Science and Technology. – 2017. – Т. 22, вип. 1. – С. 25–38. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s00773-017-0525-z>.
4. Пак, Х. С. Кластеризація ситуацій ризику зіткнення для розробки систем уникнення зіткнень для автономних поверхневих суден / Х. С. Пак, Дж. Х. Ahn // Journal of Marine Science and Engineering. – 2022. – Т. 10, вип. 10. – URL: <https://www.mdpi.com/2077-1312/10/10/1381> (дата звернення: 25.10.2024).
5. Рен, Б. Система моніторингу втоми водія на основі ЕЕГ у системі «людина – судно – середовище»: наслідки для безпеки гальмування суден / Б. Рен, В. Гуан, Ц. Чжоу, З. Ван // Sensors. – 2023. – Т. 23, вип. 10. – URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/10/4644> (дата звернення: 25.10.2024).
6. Сміт, Дж. Принципи і поради для маневрування у випадку аварій / Дж. Сміт // Proceedings of the U.S. Naval Institute. – 2020. – Серпень. – URL: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2020/august/principles-and-advice-casualty-maneuvering> (дата звернення: 25.10.2024).

УДК 656. 086. 16 (045)

НЕНАЛЕЖНЕ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ НАВІГАЦІЙНОГО МІСТКА ЯК ЧИННИК ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙНИХ МОРСЬКИХ ПОДІЙ

Маркітан В.В., ст. викладач

Національний Університет «Одеська Морська Академія», Україна

Вступ. Аварійна морська подія (далі - АМП) - подія, що виникла в результаті експлуатації судна чи у зв'язку з нею, яка спричинила, або могла спричинити людські жертви, або заподіяти шкоду здоров'ю людей, загибель судна, або втрату його морехідного стану, а також забруднення навколишнього природного середовища [1].

Управління ресурсами навігаційного містка (далі - УРНМ) - дисципліна, яка застосовується для забезпечення безпеки судноплавства за рахунок використання та ефективного управління усіма наявними ресурсами навігаційного містка включаючи обладнання, інформацію та персонал [2]. У англійській літературі дисципліна УРНМ відома як "Bridge resource management".

Складне радіоелектронне обладнання та автоматика не тільки надають судноводію нове джерело інформації та допомоги але й вимагають теоретичних знань та практичних навичок з

ефективного використання такого обладнання. Постійно зростаюча кількість морських суден значно ускладнюють управління судном в багатьох районах світового океану, що вимагає від судноводіїв навичок у організації ефективної роботи команди містка у складних умовах плавання. Великий об'єм інформації на містку потребує знання правил ефективної комунікації між членами команди містка. Значна кількість аварій суден під час лоцманської проводки спонукає до більш уважної роботи судноводіїв з лоцманом та до сприйняття лоцмана як члена команди містка. Наявність на багатьох комерційних морських суднах багатонаціональних екіпажів вимагає від судових офіцерів уміння враховувати культурні відмінності і звичаї членів команди містка та налагоджувати між ними професійні та відкриті відносини, що потребує прояви офіцерами лідерства та застосування навичок ситуативного лідерства. Морські аварії, які трапляються з вини так званого "людського фактору" змушують судноводіїв підтримувати високий рівень організації містка для недопущення помилки однієї людини, вчасного виявлення "ланцюга помилок" та переривання його. Ці та інші питання допомагають вирішити знання з УРНМ, яке грає важливу роль в середовищах, де людська помилка може мати руйнівні наслідки. УРНМ допомагає підтримувати більш безпечне та ефективне виконання морських операцій суден шляхом поєднання технічних навичок та навичок гуманітарних. УРНМ доволі "молода" дисципліна, яка була розроблена наприкінці 20-го сторіччя та її застосування відповідає вимогам кодексу ПДНВ.

Актуальність досліджень. Належний рівень управління ресурсами навігаційного містка сприяє високому рівню організації та несення вахти на навігаційному містку, здатності команди містка вчасно виявити та перервати "ланцюг помилок", недопущенню помилки однієї людини, яка може призвести до АМП. Отже, УРНМ є важливою складовою у забезпеченні безпеки судна, яка є перманентно актуальною проблемою для світового судноплавства. Визначення впливу неналежного рівня УРНМ на аварійність на морському транспорті є актуальним для підготовки морських офіцерів у сфері забезпечення безпеки судноплавства.

Постановка задачі. Дослідити обставини виникнення різноманітних АМП та на підставі висновків викладених у відповідних доповідях комісій з розслідування морських аварій з'ясувати кількість у процентному відношенні аварій, які трапилися з причини неналежного УРНМ. Навести приклади та визначити елементи УРНМ, які найбільше ігнорувалися членами команди навігаційного містка. Зробити висновки.

Результати досліджень. В процесі дослідження використовувалися звіти про розслідування АМП проведені урядовою організацією Великобританії з розслідування морських аварій "The Marine Accident Investigation Branch" (далі - МАІВ) та австралійським бюро безпеки на транспорті "The Australian Transport Safety Bureau" (далі - АТSВ) [3, 4]. Бюро АТSВ займається розслідуванням аварій у комерційному судноплавстві (судна під австралійським прапором, а також судноплавство у водах Австралії або на шляху до австралійських портів). Урядова організація МАІВ уповноважена розслідувати всі морські аварії у водах Великобританії та аварії за участю зареєстрованих у Великобританії суден по всьому світу.

Під час дослідження було розглянуто та проаналізовано 614 звітів про результати розслідувань проведених МАІВ та 351 звіт про результати розслідувань проведених АТSВ стосовно різноманітних АМП які трапилися від 80-х років 20-го сторіччя і до сьогодення. У ході дослідження звітів про розслідування АМП був встановлений приблизний розподіл аварійних подій за видами у процентному відношенні:

- несправності головного двигуна та механізмів - 32 %;
- посадка на мілину - 27 %;
- зіткнення або ситуація надмірного наближення - 23 %;
- вибухи та пожежі - 11 %;
- інші - 7 %.

Для визначення впливу УРНМ на аварійність морських суден були розглянуті АМП пов'язані з посадкою на мілину, зіткненням суден та зіткненням з інфраструктурою під час плавання у портах та поблизу них. Це пояснюється тим, що ці АМП як найбільш пов'язані з роботою команди містка під час якої члени команди містка повинні дотримуватися принципів

управління ресурсами навігаційного містка викладених у Кодексі з підготовки і дипломування моряків та несення вахти.

Як з'ясувалося під час аналізу звітів про розслідування АМП, значно більша кількість АМП на які впливало неналежне УРНМ пов'язані з посадкою судна на мілину. Кількість таких АМП у процентному відношенні до загальної кількості посадок на мілину складає біля 48-ми відсотків. В той час, як кількість АМП пов'язаних з зіткненням або ситуацією надмірного наближення суден у процентному відношенні складає біля 36-ти відсотків, а от зіткнення з інфраструктурою складає приблизно 16 відсотків.

Основним завданням під час дослідження було визначити елементи УРНМ, які були проігноровані командами містка, що призвело до АМП. Як відомо, основними критичними елементами УРНМ є:

- командна робота;
- прийняття рішень;
- комунікація;
- ситуаційна обізнаність;
- втома.

Також були розглянуті нестача ресурсів та невикористання наявного обладнання на містку. Отже, дослідження виявили наступний розподіл неналежного управління ресурсами навігаційного містка за критичними елементами та видами АМП:

1. Посадка судна на мілину:
 1. Командна робота - 33%.
 2. Втома - 32%.
 3. Ситуаційна обізнаність - 21%.
 4. Погана комунікація - 6%.
 5. Нестача ресурсів - 5%.
 6. Невикористання обладнання - 3%.
2. Зіткнення суден:
 1. Ситуаційна обізнаність - 30%.
 2. Нестача ресурсів - 20%.
 3. Погана комунікація - 15%.
 4. Втома - 14%.
 5. Командна робота - 11%.
 6. Невикористання обладнання - 10%.
3. Зіткнення з інфраструктурою:
 1. Погана комунікація - 57%.
 2. Командна робота - 29%.
 3. Невикористання обладнання - 14%.

Слід зазначити, що такий елемент як "Погана комунікація" також включає в себе комунікацію між членами команди містка та лоцманом.

Висновки. В процесі дослідження були визначені причини неналежного УРНМ які призвели до АМП, що дозволяє визначити напрямки поліпшення підготовки судноводіїв з проблем забезпечення безпеки мореплавства.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0959-06#Text>.
2. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_052#n831
3. <https://www.gov.uk/government/organisations/marine-accident-investigation-branch>
4. https://www.atsb.gov.au/about_atsb/overview

ACCIDENT INVESTIGATION GROUNDING OF SELF-UNLOADER

Mykhaylo Matvyeyev, Senior Lecturer

National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine

1.1 Overall Scope

On January 7, 2023, about 0734 local time, the bulk carrier American Mariner had begun transiting outbound in the Vidal Shoals Channel, near Sault Ste. Marie, Ontario, en route to Superior, Wisconsin, when the vessel grounded and sustained damage to three ballast water tanks (see figure 1 and figure 2).¹ No pollution or injuries were reported. Damage to the vessel was \$600,000.



Figure 1. American Mariner underway at unknown date before the grounding. (Source: US Coast Guard)

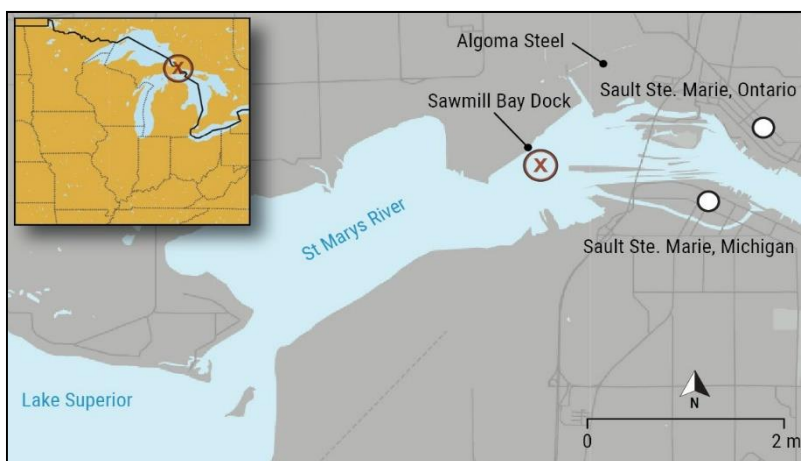


Figure 2. Area where the American Mariner grounded, as indicated by a circled X. (Background source: Google Maps))

1.2 Background

The American Mariner was a steel-hulled bulk carrier constructed in 1980 by Bay Shipbuilding Company in Sturgeon Bay, Wisconsin, as the Chicago (the vessel was renamed before being launched). The ship was owned by American Steamship Company and operated by Grand River Navigation Inc. in the Great Lakes bulk trade. The vessel had 7 centerline cargo holds with 14 ballast water tanks outboard (port (P) and starboard (S)) adjacent to them (see figure 4).

The 1.5-mile-long Vidal Shoals Channel is the approach to St. Marys Falls, Ontario, Canada. The channel has a maintained depth of 7.3 meters, a width of about 10m, and lies entirely in Canadian

As the master straightened the vessel to head outbound, he felt a “light shudder.” He noted the fathometer read 4m (beneath the keel). The master had received reports of ice in the channel, which was common in this area during the winter, but he did not note any ice in the channel at the time. The first mate, on the stairs inside to the upper engine room, felt “a bump similar to coming up, up against a dock.” Returning to the main deck and making his way to the stern, he noticed “stirred up mud and a little rock debris” in the water. He then went to the bridge and reported to the master that he had heard “a loud screeching noise” and thought the ship might have contacted a buoy. When the master trained a searchlight on the south side (green) buoy (QM15), he saw it was past and clear on the port quarter.

Meanwhile, the second assistant engineer was close to finishing ballasting the ship, load-ing nos. 7 and 8. At 0730, the first assistant relieved the second assistant engineer and noticed that tank no. 6S had 7.6m, but tank no. 6P only had 6.1m of water. The engineers attempt-ed pumping water into no. 6P, but the water level did not increase. They then attempted to pump out tank no. 6P but could not drop the water level past 4.9m. They told investigators that they believed this indicated that the no. 6P tank was damaged (in effect, the tank was breached and communicating freely with the lake water).

After confirming that there was no other flooding in the vessel, the master reported to the vice president of operations at the operating company that the vessel had lost ballast water, and the ship proceeded to Fraser Shipyards, in Superior, Wisconsin, arriving on January 10, at 01:18lt. The company and crew were not aware of the extent of the damage until the ship reached drydock.

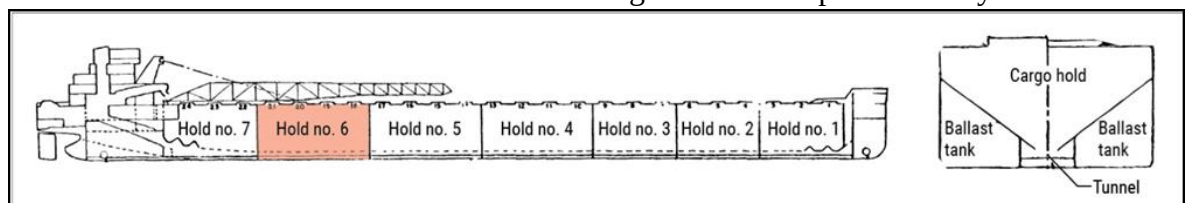


Figure 4. (Left to right) Inboard profile drawing of American Mariner. Section drawing of American Mariner showing the ballast tanks in relation to the cargo tanks, void, and fore and aft tunnel. The no. 6P tank, where the engineers detected flooding, is highlighted.

1.4 International Open Data Sources

According to a report summary, “the master’s initial angle of departure from the dock and close approach to the shoal water positioned the vessel at a poor angle to successfully maneuver into the channel, which resulted in the vessel overshooting the turn and grounding on the shoals on the opposite side of the channel.”

No pollution or injuries were reported. Crewmembers told investigators they heard a sound and felt the vessel shudder from the grounding.

“They then discovered that one of the vessel’s ballast tanks appeared to be communicating with the lake, and therefore was likely damaged,” the report states. “Although the master stated the ship was in the channel, the shoals were located immediately outside the buoyed channel and the AIS data from that time showed the vessel on the far (southeast) side of the channel.”

After arriving in a shipyard Jan. 10, damage was found to three ballast tanks at the bilge chine along the port side, including breaches of the hull to hold No. 6, investigators wrote. Considering the crew reports, damage to the port chine and bottom plating, and the vessel’s position at the southeast edge of the channel, investigators concluded that the American Mariner grounded on Vidal Shoals at the edge of the channel.

The report acknowledged the challenges facing the master on the bridge, and stressed the lack of other available crew was a major factor.

“While maneuvering in confined waters, it is difficult for a single bridge crewmember to effectively drive, lookout, and monitor and use available bridge equipment,” the report said. “Owners,

operators, and vessel masters are responsible for ensuring that vessel bridge teams are staffed with a sufficient number of certificated/credentialed mariners who are familiar with all bridge navigation equipment and able to independently take immediate action.”

In its formal conclusion the NTSB determined “the probable cause of the grounding of the bulk carrier American Mariner was the master maneuvering the vessel away from the dock and into the channel while alone on the bridge, which required him to multitask (navigation, steering, and lookout duties) and resulted in the vessel overshooting the turn into the channel and running aground on the shoals on the opposite side of the channel.”

1.5 Findings

Vessel propulsion and steering systems, medical conditions and medication use, alcohol and illegal drug use, and distraction from personal electronic devices were not factors in this accident.

The Miss Susan captain should not have attempted to cross the Houston Ship Channel ahead of the Summer Winds passage, especially given the restricted visibility and the bulk carriers ability to navigate only within the confines of the channel.

Given the restricted visibility and the towing vessel traffic in the Bolivar Roads Precautionary Area at the time, the pilot on the Summer Wind should not have given an order for the bulk carrier to transit at full-ahead speed.

The Summer Wind master should have questioned the pilots decision to transit at full-ahead speed given the restricted visibility and nearby towing vessel traffic.

Sufficient information existed via radar, automatic identification system, and radio communications from both the Miss Susan and the Summer Wind for the vessel operators to know of each others intended passages, but despite the availability of this information neither the Miss Susan captain nor the pilot on the Summer Wind took early action to avoid the collision.

Vessel Traffic Service Houston/Galveston did not effectively follow its own internal operating procedures to guard channel 13.

In the minutes leading up to the collision, Vessel Traffic Service Houston/Galveston did not maintain an effective watch, diminishing its ability to recognize a developing risk of collision and to interact with the vessel operators.

With several intersecting waterways, high-density vessel traffic, and diverse types of vessels with differing speeds and maneuvering characteristics, the Bolivar Roads Precautionary Area is a high-risk section in Vessel Traffic Service Houston/Galvestons area of responsibility, and the Coast Guards failure to develop and implement a vessel separation policy for this section contributed to the collision.

Consistently entering the complete dimensions of tow configurations for individual transits into automatic identification systems would alleviate misinterpretation and possible confusion from inaccurate information, and thus enhance safety.

In response to the oil spill, effective communications and coordination were established and maintained between the responsible parties, the Coast Guard, local and state response agencies, and oil spill removal organizations.

The actions taken to recover spilled oil to minimize further environmental damage were timely and appropriate.

Because of the Miss Susan crewmembers incomplete assessment of the material safety data sheet, lack of being provided required direct-reading testing equipment, and their assumptions about the nature of the cargo, the Miss Susan crewmembers did not fully assess the need for respiratory protection during their emergency response following the collision.

The Miss Susan crewmember training did not adequately prepare them to safely respond to the hazardous materials release.

The inadequate federal oversight of mariner work safety on board uninspected towing vessels places crewmembers at greater risk of injury from exposure to hazardous materials and other safety hazards.

2. Additional Information

2.1 Damage

The American Mariner had an 24m hull indentation and holes in ballast tanks nos. 5P, 6P, and 7P at the bilge chine and in the outboard bottom plating (see figure 5). Repairs were completed during the winter lay-up and cost \$600,000.



Figure 5. Damage to the port water ballast tanks.

2.2. Personnel

The master had 12 years of industry experience and held a merchant mariner credential endorsed as Master, any gross tons, and first-class pilot. He had sailed as master for about two years, and he told investigators that he had maneuvered off this dock 10 to 15 times.

2.2 Navigation and Prior Port Calls

American Mariner was outfitted with a RosePoint electronic chart system (ECS) (see figure 6). The ECS was not configured to display the footprint of the vessel, according to the master, and safety depths were not programmed into the ECS.

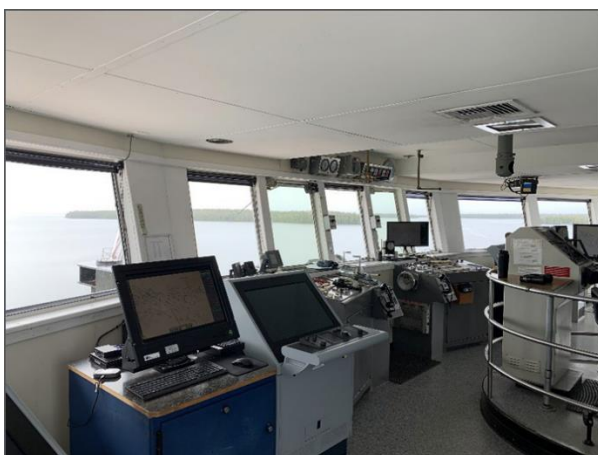


Figure 6. American Mariner's bridge and centerline conning station.

The NTSB reviewed the American Mariner's other port calls at Algoma in 2022 and 2023. In 2022, the American Mariner called on the Sawmill Bay Dock three times. In January 2022, the ship turned around and proceeded farther up the channel to the Algoma Steel dock. In September 2022,

the ship moved astern about a ship's length when leaving the berth, giving the ship room to enter the channel outbound at a shallow angle and allowing for a safe passage in the center of the channel. In November 2022, American Mariner came ahead from the berth, turned to port, and entered the channel at a steep angle but clear and north of the red QM14 buoy, leaving room to straighten out and navigate the center of the channel (see figure 7).

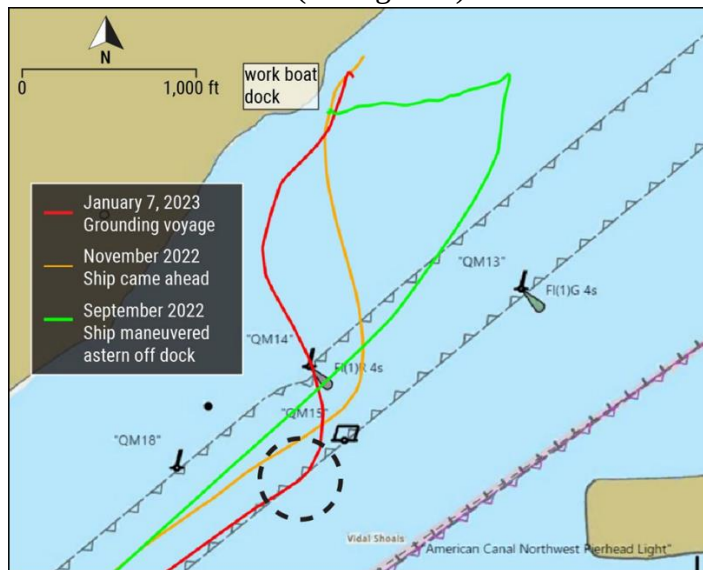


Figure 7. AIS tracklines of the American Mariner navigating into the channel from the facility. The area where the vessel's course took it near the edge of the channel is circled with dashes.

Following the grounding in 2023, the American Mariner called on the Sawmill Bay Dock three times; in all those cases, the ship maneuvered astern first when leaving.

3. Analysis

On January 7, before dawn, the bulk carrier American Mariner grounded after departing the Algoma Sawmill Bay Dock near Sault Ste. Marie, Ontario, and maneuvering into the Vidal Shoals Channel. The ship proceeded to a shipyard in Superior, Wisconsin, arriving on January 10.

Crewmembers reported a sound and “shudder” while the master was maneuvering the vessel into the Vidal Shoals Channel; they then discovered that one of the vessel's ballast tanks appeared to be communicating with the lake, and therefore was likely damaged. Although the master stated the ship was in the channel, the shoals were located immediately outside the buoyed channel and the AIS data from that time showed the vessel on the far (southeast) side of the channel. After the vessel was drydocked, damage to three ballast tanks at the bilge chine along the port side was found—including breaches of the hull to hold no. 6. Given the crew reports, damage to the port chine and bottom plating, and the vessel's position at the southeast edge of the channel, the American Mariner grounded on Vidal Shoals at the edge of the channel.

When departing the Algoma Sawmill Bay Dock, the ship had to avoid shoal water south of the dock (marked by buoy QM14). The NTSB reviewed data for two years of port calls at the dock. Four of the seven times American Mariner left the facility, including all three times after the grounding, the vessel moved astern about a ship's length, where there was more room to maneuver, before coming ahead and entering the channel at a shallow angle and lining up on the centerline. On the casualty voyage, the master did not leave enough room between the ship and this shoal water, forcing a hard port turn once underway. The heading and position from that turn resulted in the ship entering the channel at a steep angle, which required a sharp turn to starboard to stay within the channel and avoid the shoals at the opposite side of the channel. Therefore, the master's initial angle of departure from the dock and close approach to the shoal water by buoy QM14 positioned the vessel at a poor angle to successfully maneuver into the channel, which resulted in the vessel overshooting the turn and grounding on the shoals on the opposite side of the channel.

At the time of the grounding, it was dark and the seasonal channel buoys were unlit, which would have made it more difficult for the master to see the channel.

Rose Point ECS software, which the master was using to navigate, allows users to overlay the footprint of the vessel on the chart display. (Without this, the ship appears as a dot or small icon at the position of the GPS antenna or at an offset reference point.) According to the master, this vessel footprint overlay feature was not used.

Additionally, the captain was alone on the bridge (there was no regulatory or company requirement for additional bridge watchstanders), having to multi-task the navigation, steering, and lookout duties as the vessel departed the dock and attempted to enter the channel. Without additional personnel on the bridge, the master had to split his concentration between these tasks, which, in conjunction with the darkness, unlit buoys, and not using the ECS footprint feature, likely compromised his ability to successfully navigate the vessel into the channel.

4. Conclusions

4.1 Probable Cause

The National Transportation Safety Board determines that the probable cause of the grounding of the bulk carrier American Mariner was the master maneuvering the vessel away from the dock and into the channel while alone on the bridge, which required him to multitask (navigation, steering, and lookout duties) and resulted in the vessel overshooting the turn into the channel and running aground on the shoals on the opposite side of the channel.

4.2 Lessons Learned

Determining Bridge Team Staffing

While maneuvering in confined waters, it is difficult for a single bridge crewmember to effectively drive, lookout, and monitor and use available bridge equipment. The composition of a bridge team may vary based on the complexity of the maneuver or operation being carried out. Typically, maneuvers like docking or undocking, transiting in or out of port, or operating in areas of high traffic density require additional personnel to handle navigation-related duties. Owners, operators, and vessel masters are responsible for ensuring that bridge teams are staffed with a sufficient number of certified/credentialed mariners who are familiar with all bridge navigation equipment and able to independently take immediate action.

Additionally, the effective use of all available resources by a bridge team, including visual scanning, radars, electronic charts, and an automatic identification system, increases collective situational awareness and contributes to a safe navigation watch.

REFERENCES

1. <https://gcaptain.com/investigation-reveals-navigation-miscalculation-in-american-mariner-grounding/>
2. <https://uscgboating.org/library/accident-statistics/Recreational-Boating-Statistics-2022.pdf>
3. <https://www.equasis.org/EquasisWeb/restricted/DetailsPSC?fs=ShipInspection>
4. <https://www.dco.uscg.mil/Our-Organization/Assistant-Commandant-for-Prevention-Policy-CG-5P/Inspections-Compliance-CG-5PC-/Office-of-Investigations-Casualty-Analysis/Marine-Casualty-Reports/>
5. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-105th-session.aspx>
6. <https://www.nepia.com/industry-news/uscg-identifies-pilot-distraction-in-grounding-casualty>
7. https://search.usa.gov/search?affiliate=uscg_uscg&query=groundig
8. <https://www.lloydlist.com/LL1136825/Grounding-seen-as-biggest-cause-of-bulk-carrier-losses>
9. <https://intelligence.marinelink.com/vessels/vessel/american-mariner-312710>
10. <https://www.workboat.com/coastal-inland-waterways/ntsb-bulk-carrier-grounded-with-master-overburdened>

МАНЕВРУВАННЯ СУДНА В РІЧКАХ, ГИРЛАХ РІЧОК І ОБМЕЖЕНИХ АКВАТОРІЯХ З УРАХУВАННЯМ ТЕЧІЇ ТА ВІТРУ. ОБЛІК ДАНИХ ОБСТАВИН ПІД ЧАС

Морар В.В., група 1201, керівник Матвєєв М.Д., викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ

Маневрування судном в річках, гирлах річок і інших обмежених акваторіях, таких як канали, порти і вузькі протоки, є однією з найбільш складних і відповідальних задач для екіпажу. У цих умовах існує безліч факторів, які можуть вплинути на рух судна: течії, вітер, зміни рівня води, навігаційні перешкоди та інші природні чинники. Маневрування в таких обмежених водах вимагає від екіпажу високої кваліфікації, професіоналізму та використання сучасних технологій для коригування курсу та забезпечення безпеки судна.

Одним із основних завдань є врахування впливу течії та вітру на маневреність судна. Ці фактори можуть мати серйозний вплив на швидкість, курс і стабільність судна, що робить точне маневрування в таких умовах особливо важким. Успішне управління судном в обмежених акваторіях потребує постійного спостереження за умовами навколишнього середовища і вміння коригувати судно відповідно до змін у течії та вітрових умовах.

Мета дослідження

Метою цього дослідження є вивчення всіх аспектів маневрування судном в умовах обмежених акваторій, зокрема, в річках і гирлах річок, з акцентом на вплив течії і вітру на маневреність судна. Дослідження також передбачає розгляд сучасних технологій та методів боротьби з цими впливами, що дозволяють екіпажу ефективно управляти судном навіть в складних умовах.

Особливу увагу буде приділено практичним рекомендаціям для екіпажу щодо використання керма, а також коригування курсу судна при наявності сильних течій або вітрових поривів. Важливим аспектом є також опис новітніх технологій і систем стабілізації, що допомагають суднам залишатися на курсі і зменшують вплив зовнішніх факторів.

Тези до доповіді:

- 1. Загальні особливості маневрування судном в умовах обмежених акваторій** Маневрування судном в обмежених акваторіях, таких як річки, гирла річок та інші вузькі водні шляхи, є складним і відповідальним процесом. Це вимагає високої кваліфікації екіпажу, точного обчислення впливу різних факторів, таких як течія, вітер, глибина та стан дна акваторії.
- 2. Вплив течії на маневреність судна** Течії можуть істотно змінювати траєкторію руху судна, особливо в річках та їх гирлах. Сила течії може створювати різні труднощі при маневруванні, зокрема, у вузьких і мелководних ділянках, де потік води може швидко змінювати курс судна.
- 3. Боковий вітер і його вплив на управління судном** Боковий вітер може суттєво ускладнити маневрування, оскільки він має тенденцію відхиляти судно від заданого курсу. У таких умовах кермо повинно бути переплановане так, щоб компенсувати відхилення і підтримати стабільність руху.
- 4. Штормові умови та їхній вплив на маневрування судном** В умовах штормового вітру і високих хвиль судно стикається з додатковими труднощами в управлінні. Проти шторму судно повинно долати великі хвилі, що може призвести до його відхилення від курсу, а також до зниження швидкості.
- 5. Коригування курсу за допомогою керма в умовах течії і вітру** Коригування курсу судна є важливою частиною маневрування в складних умовах. Перекладання керма у відповідь на зміну напрямку течії або сили вітру дозволяє відновити стабільність і повернути судно на правильний курс.

6. **Роль навігаційних і стабілізаційних систем у боротьбі з вітровими умовами**
Сучасні технології, такі як автоматичні системи стабілізації, гіроскопічні стабілізатори, автопілоти і інтегровані навігаційні системи, значно полегшують управління судном у вітрових умовах, дозволяючи екіпажу краще прогнозувати та коригувати курс судна в реальному часі.
7. **Експлуатація суднових двигунів при сильному вітрі**
Використання зворотного ходу і маневрових двигунів є ключовим для збереження маневреності судна під час сильних поривів вітру. Правильне застосування цих систем дозволяє судну маневрувати в обмежених просторах, таких як порти і мости.
8. **Використання сучасних метеорологічних систем для прогнозування вітрових умов**
Метеорологічні системи в реальному часі дозволяють екіпажу отримувати точні дані про зміни швидкості і напрямку вітру, що дає можливість заздалегідь коригувати курс судна і підготуватися до потенційних змін погодних умов.
9. **Принципи безпеки при маневруванні в умовах сильного вітру**
Безпека екіпажу і пасажирів має бути пріоритетом під час маневрування в складних вітрових умовах. Важливою складовою безпеки є постійний моніторинг зовнішніх умов і своєчасна корекція маршруту відповідно до поточних змін погодних умов.
10. **Використання стабілізаторів для полегшення маневрування при сильному вітрі**
Гіроскопічні та активні стабілізатори дозволяють значно зменшити коливання судна, особливо при сильних бічних вітрах, підвищуючи комфорт і безпеку на борту, а також знижують навантаження на маневрові системи судна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Савельєв, В.В. «Маневрування судном в обмежених акваторіях». — Київ: «Навігація», 2020.
2. Мартинов, О.Г. «Сучасні технології управління судном». — Харків: «Графіка», 2021.
3. Белов, П.С. «Вітрові та течійні умови для судноплавства». — Одеса: «Морський транспорт», 2019.
4. Петров, І.М. «Техніка і тактика маневрування судном в умовах обмежених водних шляхів». — Львів: «Академія морського флоту», 2018.
5. Коваленко, О.В. «Практика управління судном в умовах складних погодних умов». — Київ: «Наука і техніка», 2017.

УДК 656.085:311.311(45)

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА

Бродецький В.І., курсант гр. 1205, керівник Паладій С.А., ст.викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

У зв'язку зі зростанням вимог до екологічних стандартів та прагненням до зниження викидів, важливо впроваджувати новітні технології, які сприяють зменшенню споживання енергії, підвищенню енергоефективності суден, зокрема інноваційні двигуни, енергозберігаючі технології, використання альтернативних видів палива та оптимізацію експлуатації суден.

Альтернативні види палива: Аміак, Біопаливо, Водень, ЗПГ(зріджений природний газ).

Аміак

Аміак (NH₃) привертає увагу як перспективний вид палива для судноплавства завдяки його унікальним властивостям. Аміак є безвуглецевим паливом, що при спалюванні не виділяє

CO₂, і може стати одним із ключових компонентів у досягненні кліматичних цілей у суднобудуванні.

Основні аспекти впровадження аміаку як палива.

Переваги:

- **Безвуглецеве спалювання:** Аміак не виробляє вуглекислого газу при спалюванні, що робить його привабливим для декарбонізації судноплавства.
- **Зберігання та транспортування:** Аміак уже використовується у багатьох галузях промисловості, тому існує налагоджена інфраструктура для його зберігання та транспортування.
- **Високий потенціал енергії:** Аміак може бути використаний у паливних елементах, що дозволяє генерувати енергію для руху судна.

Недоліки:

- **Безпека:** Аміак є токсичним і при неправильному зберіганні або витоках може становити загрозу для здоров'я.
- **Низька енергетична щільність:** Хоча аміак має потенціал як паливо, його енергетична щільність нижча порівняно з традиційними видами палива, такими як зріджений природний газ.
- **Технологічні адаптації:** Для використання аміаку в якості судового палива необхідно адаптувати двигуни або використовувати інші технології, такі як паливні елементи на основі аміаку.

Стратегії впровадження:

Низка міжнародних організацій і компаній вже експериментує з аміаком як паливом для суден. Зокрема, такі проекти розглядають створення спеціальних суден або двигунів, що можуть безпечно та ефективно використовувати аміак. Очікується, що широке впровадження аміаку потребуватиме кількох десятиліть, проте вже зараз починаються перші пілотні проекти.

Біопаливо

Біопаливо — це відновлювальне паливо, отримане з органічної речовини, такого як рослинна або тваринна сировина. Його впровадження на судах розглядається як один із ключових способів зменшення викидів парникових газів у морському транспорті. Ось як це виглядає більш детально:

Види біопалива:

- **Біодизель:** Отримується з рослинних олій або тваринних жирів. Його можна використовувати в існуючих дизельних двигунах з мінімальними модифікаціями.
- **Біоетанол:** Виробляється шляхом ферментації цукрів із сільськогосподарських культур, таких як кукурудза або цукрова тростина.
- **Другого покоління:** Біопаливо другого покоління отримують із відходів або деревини, що робить його ще більш екологічним.

Переваги біопалива.

Зменшення викидів CO₂: Оскільки біопаливо походить із відновлювальних джерел, його спалювання фактично “нейтральне” щодо вуглекислого газу, оскільки воно поглинало CO₂ під час зростання сировини.

Сумісність з існуючою інфраструктурою: Біопаливо може використовуватися в існуючих судових двигунах без значних змін, що дозволяє швидше впроваджувати його.

Виклики впровадження:

Обмежені ресурси: Виробництво біопалива потребує сільськогосподарських угідь, що може призвести до конкуренції з виробництвом продовольства.

Технологічні труднощі: Хоча існуючі двигуни можуть використовувати біопаливо, його виробництво й постачання потребують нових підходів і інфраструктури.

Ціна: Біопаливо може бути дорожчим у виробництві, що підвищує вартість його впровадження в судноплавну галузь.

Впровадження біопалива:

Кілька компаній на деяких судах вже використовують біодизель або суміші біопалива для зменшення викидів.

Уряди та міжнародні організації підтримують розвиток біопалива через політику стимулювання та фінансування досліджень. Біопаливо часто змішують із традиційним паливом для поступового переходу на більш екологічні види палива без суттєвого впливу на роботу двигунів.

Перспективи. Очікується, що біопаливо стане важливою частиною екологічної трансформації морського транспорту, особливо в поєднанні з іншими технологіями, такими як використання електрики та водню. Воно може допомогти суднам зменшити свій вплив на навколишнє середовище без потреби в значних інвестиціях в нові двигуни чи обладнання.

Водень

Водень (H₂) розглядається як одне з найбільш перспективних екологічно чистих палив для судноплавства, оскільки він може допомогти значно скоротити викиди парникових газів і не виділяє CO₂ під час спалювання. Водень має великий потенціал для декарбонізації морської галузі, але його впровадження вимагає подолання певних технічних і економічних викликів.

Переваги:

- **Екологічна чистота:** Водень при використанні у паливних елементах або двигунах виробляє тільки воду та тепло, що робить його привабливим для скорочення викидів шкідливих речовин.

- **Високий енергетичний потенціал:** Водень має високу енергетичну щільність на одиницю ваги, що дозволяє використовувати його як ефективне паливо на судах для далеких перевезень.

- **Гнучкість у виробництві:** Водень можна отримувати з різних джерел, включаючи відновлювальні (зелений водень) за допомогою електролізу води з використанням відновлюваних джерел енергії (вітряної чи сонячної).

Недоліки:

- **Зберігання та транспортування:** Водень складно зберігати і транспортувати через низьку щільність у звичайному стані. Для його використання необхідно охолоджувати до дуже низьких температур (зріджений водень) або стискати до високого тиску, що вимагає спеціальної інфраструктури.

- **Ціна:** Виробництво “зеленого” водню поки що залишається дорогим через високу вартість електролізу, а також витрати на зберігання та транспорт.

- **Модернізація суден:** Більшість існуючих судових двигунів не можуть працювати на водні без значної модернізації. Актуальним є використання паливних елементів, але це вимагає створення нових суден або серйозних технічних адаптацій.

Впровадження водню в морській галузі.

Паливні елементи на водні - це одна з найважливіших технологій для судноплавства. Паливні елементи генерують електрику для живлення двигунів, використовуючи хімічну реакцію між воднем і киснем, виділяючи при цьому лише воду. Суднобудівні компанії в Європі та Азії активно досліджують, розробляють і випробовують прототипи суден, оснащених паливними елементами. Європейський Союз стимулює розвиток водневих технологій, активно фінансує дослідження та пілотні проекти як, наприклад, частину своєї стратегії “GreenDeal”.

Водень може використовуватися в поєднанні з іншими альтернативними видами палива, такими як зріджений природний газ або аміак, для поступового переходу до повністю безвуглецевих технологій.

Зріджений природний газ

Зріджений природний газ (ЗПГ, або LNG — Liquefied Natural Gas) стає одним із найважливіших видів палива для морського транспорту. Це природний газ, охолоджений до -162°C , що зменшує його об'єм у 600 разів і робить його зручним для зберігання та транспортування. Використання ЗПГ на судах вважається важливим кроком у зменшенні викидів парникових газів і забруднюючих речовин.

Основні характеристики ЗПГ:

1. **Чистіше паливо:** ЗПГ значно зменшує викиди сірки, оксидів азоту і вуглекислого газу, порівняно з традиційним важким паливом (мазутом). При спалюванні ЗПГ викиди вуглекислого газу скорочуються на 25-30%, а оксидів сірки практично не залишається.
2. **Ефективність:** Завдяки зрідженню природного газу, він стає енергоємним і більш компактним для зберігання на борту суден.
3. **Сумісність із сучасними технологіями:** ЗПГ можна використовувати на судах, оснащених спеціальними газовими двигунами, або у двигунах, що працюють на двох видах палива (dual-fuel), які можуть перемикаватися між ЗПГ і дизельним паливом.

Переваги ЗПГ:

- ЗПГ допомагає досягти міжнародних вимог щодо скорочення викидів шкідливих речовин, таких як стандарти ІМО (Міжнародної морської організації). Він відповідає нормам глобальної стратегії ІМО з метою зменшення викидів парникових газів на 50% до 2050 року.
- У багатьох випадках використання ЗПГ може бути економічно вигіднішим через його меншу ціну порівняно з традиційними нафтовими продуктами. Крім того, судна на ЗПГ мають менші експлуатаційні витрати завдяки меншому зносу двигунів.
- Доступна інфраструктура. Багато портів у світі вже мають інфраструктуру для заправки суден ЗПГ, і їх кількість зростає. Це стимулює судновласників переходити на це паливо.

Впровадження ЗПГ на судах:

1. Дедалі більше суднобудівних компаній розробляють LNG-судна. Круїзні лайнери, контейнеровози та танкери активно переходять на цей вид палива, оскільки це дає змогу знизити викиди та відповідати екологічним нормам.
2. Багато країн та міжнародних організацій, включаючи ІМО, встановлюють суворіші вимоги до викидів суден, що стимулює морську галузь переходити на чистіші види палива, зокрема на ЗПГ.
3. Суднобудівні компанії розробляють нові системи для подвійного використання палива (dual-fuel), що дозволяють суднам перемикаватися між ЗПГ і традиційним дизельним паливом. Це дає змогу зменшити витрати на перехід і підвищити гнучкість.

Гібридні двигуни

Гібридні двигунні установки, які поєднують дизельні та електричні системи, набувають популярності в судноплавній індустрії завдяки своїй гнучкості та екологічним перевагам.

Особливості технології:

1. **Комбінація дизельного та електричного приводу:** У гібридній системі судно використовує традиційний дизельний двигун для роботи на високій потужності (наприклад, у відкритих водах) і електричну систему для менш енерговитратних операцій (наприклад, для маневрування в портах або на низьких швидкостях). Це знижує загальне споживання пального і викиди.
2. **Енергозбереження:** Гібридні системи можуть включати акумулятори, які заряджаються під час роботи дизельного двигуна або від відновлюваних джерел енергії (наприклад, сонячних панелей). Ці батареї можна використовувати для руху на низьких швидкостях або для маневрування.

Режими роботи:

- *Дизель-електричний режим:* Двигун внутрішнього згоряння використовується для генерації електроенергії, яка потім живить електродвигуни. Це може покращити паливну ефективність на тривалих відстанях.
- *Чисто електричний режим:* Судна можуть рухатися лише на електроенергії на коротких дистанціях або в екозонах, що допомагає зменшити шум і шкідливі викиди.
- *Режим рекуперації:* Енергія, що генерується під час гальмування судна, може накопичуватися в акумуляторах для подальшого використання.

Переваги:

Економія палива: Електрична тяга зменшує споживання дизельного пального, особливо під час роботи на низьких швидкостях або в портах.

Зменшення викидів: Під час руху на електроенергії зменшуються викиди CO₂, оксидів азоту та інших шкідливих речовин.

Зниження шуму і вібрацій: Електродвигуни працюють тихіше та з меншими вібраціями, що особливо важливо для суден, що працюють у чутливих до екології зонах.

Гнучкість експлуатації: Судна можуть обирати найефективніший режим роботи залежно від ситуації (швидкості, навантаження, відстані).

Приклади використання:

Пороми та судна для роботи в портах: Гібридні системи активно впроваджуються на поромах та інших суднах, що працюють у прибережних водах або в міських портах, де важливі низькі викиди та тиша.

Круїзні лайнери: Деякі сучасні руїзні судна використовують гібридні системи, щоб мінімізувати вплив на навколишнє середовище в туристичних місцях і портах. Гібридні установки стають перехідною технологією між традиційними двигунами та повністю електричними або водневими системами майбутнього.

Viking Lady – це норвезьке судно постачання для морських нафтогазових платформ, яке використовує гібридну систему з акумуляторами і працює на жиженому природному газі (LNG). Воно також оснащено топливними елементами для додаткового зниження викидів.

Судно, введене в експлуатацію у квітні 2003 року.

Водоизмір: Приблизно 47,800 брутто-тон

Довжина: 227 метрів

Ширина: 29 метри

Скорість: Приблизно 22 вузли

Головною особливістю судна стала його дизель-електрична енергетична установка, яка має чотири двигуна Wärtsilä 6L32DF. Вони здатні працювати як на традиційних нафтопродуктах, так і на ЗПГ. В останньому випадку істотно зменшуються шкідливі викиди (сполуки [сірки](#), оксиди азоту, [діоксид вуглецю](#))

MS Fridtjof Nansen — це гібридне судно компанії Hurtigruten (Рис.1), побудоване у 2016 році. Судно призначене для проведення досліджень у арктичних і антарктичних водах, працює на гібридній системі з акцентом на мінімізацію впливу на довкілля.



Рис. 1. Гібридне судно MS Fridtjof Nansen

Довжина: близько 126 метрів.

Ширина: приблизно 23 метри.

Водотоннажність: близько 10 000 тонн.

Екіпаж: можливість розміщення понад 100 наукових співробітників та членів екіпажу.

Швидкість: максимальна швидкість близько 15 вузлів.

Льодові якості: здатне проходити через лід товщиною до 1,5 метра, що дозволяє проводити дослідження в складних умовах.

Color Hybrid (Color Line) — це сучасне круїзне судно (Рис.2), яке належить до класу гібридних суден, спроектованих для зменшення викидів і підвищення енергоефективності. Поєднує традиційні двигуни з електричними. Це судно призначене для перевезення пасажирів і вантажів, поєднуючи комфорт з екологічними технологіями. Розраховане на перевезення близько 2,000 пасажирів і 300 членів екіпажу.

Довжина: близько 135 метрів.

Ширина: приблизно 22 метри.

Водотоннажність: близько 17 000 тонн.



Рис. 2. Гібридне судно **Color Hybrid**

Наближаючись до берега, Color Hybrid глушитиме двигун і переходить на електрику. Це дозволить уникнути зайвого шуму та додаткового забруднення повітря морських гаваней. Теплова установка дозволить перерозподіляти теплові відходи ДВЗ та використовувати їх для опалення житлових приміщень судна. Курсує між Норвегією та Швецією. Може використовувати електричну тягу на коротких дистанціях, зокрема під час маневрування в портах, і має одну з найбільших акумуляторних систем серед гібридних суден.

Ellen — електричний паром (Рис.3), який курсує між островами Данії. Це один із найбільших повністю електричних поромів у світі з акумуляторною системою, здатною забезпечити подорож на відстань до 22 морських миль без підзарядки.



Рис. 3. Електричний паром **Ellen**

Довжина: близько 60-70 м.

Ширина: приблизно 12-15 м.

Водотоннажність: близько 2000-3000 т.

Екіпаж: складається з 20-30 осіб, може перевозити 30 автомобілів і 200 пасажирів.

Швидкість: максимальна швидкість може становити 10-12 вуз.

Паром оснащений системою батарей потужністю 4,3 мегават-години, яку поставила швейцарська компанія Leclanche. Використання електропарома протягом одного року дозволить скоротити шкідливі викиди на 2000 тонн вуглекислого газу, 2,5 тонни твердих частинок і 1,4 тонни діоксиду сірки.

Висновок

Енергоефективність суден є ключовим фактором у сучасному суднобудуванні, оскільки вона безпосередньо впливає на витрати пального, екологічний слід та економічну ефективність експлуатації суден.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://greenvoyage2050.imo.org;>
2. <https://futurefuels.imo.org/home/future-insight/alternative-fuels/;>
3. <https://www.vesselfinder.com/?imo=9813072;>
4. <https://www.vesselfinder.com/vessels/details/9409675;>
5. www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:6037464/mmsi:257088070/imo:9813084/vessel:FRIDTJOF_NANSEN;
6. [https://sundries.ua/hurtigruten-arktychnyi-liuksovyi-kruiznyi-lainer/;](https://sundries.ua/hurtigruten-arktychnyi-liuksovyi-kruiznyi-lainer/)
7. [https://itc.ua/blogi/color-hybrid-krupnejshij-v-mire-kruiznyj-lajner-na-gibridnoj-tyage-spushili-na-vodu/;](https://itc.ua/blogi/color-hybrid-krupnejshij-v-mire-kruiznyj-lajner-na-gibridnoj-tyage-spushili-na-vodu/)
8. https://lb.ua/world/2019/08/22/435352_danii_zapustili_samiy_bolshoy.html;
9. https://uk.wikipedia.org/wiki/Viking_Energy;
10. <https://nuos.edu.ua/wp-content/uploads/2024/10/Materiali-konferencii.pdf>.

СТАТИСТИКА ПЕРЕДАЧІ ОПОВІЩЕНЬ ПРО ЛИХО В 2023 РОЦІ

Пашенко О.Л., старший викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Кожного року судноплавство стикається з новими викликами, та все новими катастрофами. Попри постійні рішення щодо покращення безпеки судноплавства та уроки, які

були винесені з попередніх катастроф, ситуація хоч і покращується, проте жертви все одно є. Щорічно пости аварійного сповіщення отримують величезну кількість викликів про лихо і більшість з них є помилковими, попри постійні навчання та підвищення кваліфікації. Це значно навантажує системи зв'язку. Розглянемо більш детально статистику відправки оповіщень про лихо на прикладі супутникової системи Інмарсат.

Відповідно до звіту страхової компанії ALLIANZ COMMERCIAL [1] загальні втрати суден валовою місткістю понад 100 (GT) у 2023 році склали 26 випадків. Серед основних причин загибелі суден є потоплення – 50% випадків. На міліну сіло 15%, а постраждали від пожежі/вибухів –12% від загального обсягу. Слід зазначити, що до наведених статистичних даних не входять напади піратів.

До основних факторів, що спричиняють втрати суден можна віднести технічну несправність обладнання та людський фактор. Через тривалу, монотонну, виснажливу роботу, моряки втомлюються морально та втрачають пильність. Багато робіт виконується автоматично, без критичного осмислення ситуації. Також судноплавство стикається з ризиками, пов'язаними з міжнародними конфліктами та змінами клімату. Наприклад, ситуація з безпекою загострилася через конфлікти в Чорному та Червоному морях. Це призводить до зростання витрат на паливо, збільшення втоми екіпажів через довші маршрути та морального виснаження. Психічне здоров'я є ключовим питанням, але багато роботодавців лише декларують його значущість, не впроваджуючи реальних змін.

The International Maritime Bureau's (IMB) Piracy Reporting Centre (PRC) декларує у своєму щорічному звіті [2] про 120 повідомлень щодо нападів піратів у 2023 році (проти 115 у 2022 році). 70% з них відбулися в п'яти локаціях (Сінгапурські протоки, Індонезія, Перу, Філіппіни та Гана).

За даними звіту компанії Inmarsat [3], кількість аварійних викликів майже не змінилася з 2018 року, незважаючи на посилення регуляцій і покращення технологій. У 2023 році кількість таких сигналів знизилась лише на 7,6% порівняно з 2022 роком.

Протягом 2023 року компанія Inmarsat Maritime отримала 788 сигналів лиха (GMDSS), у порівнянні з 853, отриманими у 2022 році (зниження на 7,6%) та 794 у 2021 році. Серед 14 типів суден, танкери, балкери та суховантажні судна разом відправили 60% сигналів лиха у 2023 році. Танкери займають перше місце у списку шостий рік поспіль (159 сигнали лиха у 2023 році).

Хоча загалом судна у 2023 році надіслали менше сигналів лиха, ніж у 2022 році, рис. 1 ілюструє, що балкери, суховантажні судна, контейнери та автомобілевози були ініціаторами більшого числа сигналів лиха у 2023 році. Варто зазначити, що 28,05% (223) із 788 сигналів лиха, отриманих у 2023 році, не містили даних про тип судна та були виключені з аналізу. Це є незначним покращенням порівняно з 28,6% у 2022 році та 32% у 2021 році.

Середній показник сигналів лиха на 10 000 зареєстрованих суден у 2023 році становив 45. Танкери серед усіх типів суден мали найвищий показник, а саме 89 сигналів лиха на 10 000 суден, за ними йдуть газозовози з 86 і контейнеровози з 85. Судна категорії валової місткості від 1000 до менше 5000 валової місткості (GT) становлять значну частину сигналів лиха, що становить 21,6% загальної кількості сигналів лиха у 2023 році.

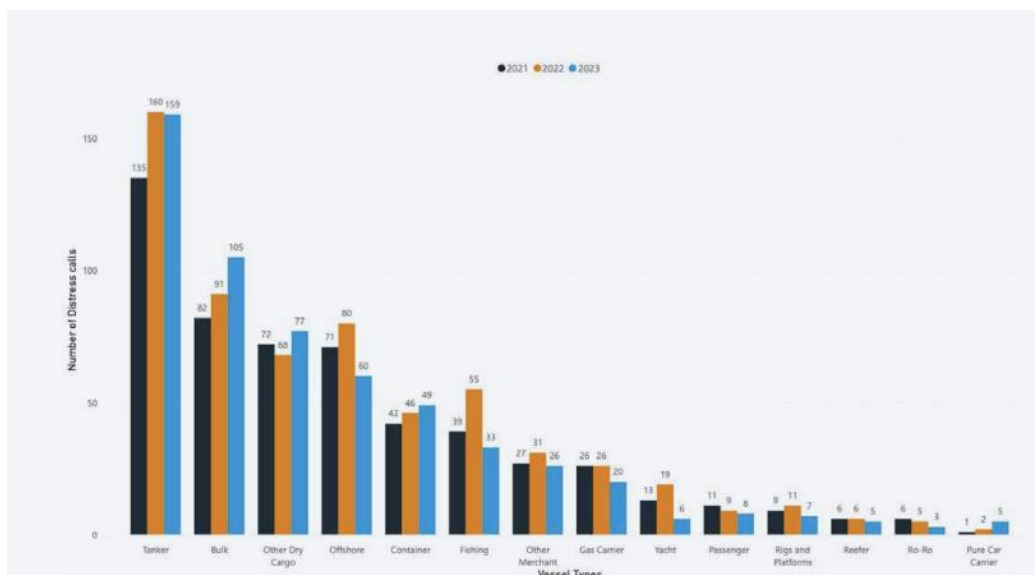


Рисунок 1. Загальна кість сигналів лиха за 2021-2023 роки, що були отримані системою Inmarsat

Для порівняння, супутникова система Cospas-Sarsat звітує про наступні показники (табл.1) [4]:

Таблиця 1. Статистика успішних SAR операцій за сприяння системи Cospas-Sarsat

Рік	Кількість операцій SAR	Кількість врятованих людей
2020	382	1528
2021	429	2487
2022	473	2042

Слід відмітити, що ця інформація не відображає загальної картини щодо звернень по допомогу, в тому числі помилкових. Можна лише стверджувати, що, попри всі заходи безпеки, велика кількість ситуацій лиха трапляється щорічно.

Висновки. Попри велику кількість інформації щодо ситуацій лиха, вона не є уніфікованою та важко піддається аналізу. Проте чітко зрозуміло, що досі кількість ситуацій лиха залишається високою.

ЛІТЕРАТУРА

- Safety and Shipping Review 2024. May 2024. Режим доступу: <https://commercial.allianz.com/news-and-insights/reports/shipping-safety.html#losses>
- ICC- IMB Piracy and Armed Robbery Against Ships Report - January - December 2023. Режим доступу: [https://www.icc-ccs.org/reports/2023 Annual IMB Piracy and Armed Robbery Report live.pdf](https://www.icc-ccs.org/reports/2023%20Annual%20IMB%20Piracy%20and%20Armed%20Robbery%20Report%20live.pdf)
- The future of maritime safety report 2024. Режим доступу: [https://www.inmarsat.com/content/dam/inmarsat/corporate/documents/maritime/insights/Inmarsat Maritime Future Maritime Safety Report 2024.pdf.gc.pdf](https://www.inmarsat.com/content/dam/inmarsat/corporate/documents/maritime/insights/Inmarsat%20Maritime%20Future%20Maritime%20Safety%20Report%202024.pdf.gc.pdf)
- Information Bulletin. Режим доступу: <https://cospas-sarsat.int/en/documents-pro/documents/information-bulletin-doc>

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ТА ЗМІСТУ STABILITY BOOKLET І ШЛЯХИ ЙОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ

Перевертов Д.С., аспірант, керівник Мальцев А.С., д.т.н., професор

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Остійність є однією з найважливіших характеристик морського судна, що визначається, як здатність судна повертатися у вертикальне положення після нахилу під дією зовнішніх сил. Остійність суттєво впливає на усі етапи побудови та експлуатації судна, від початкового дизайну до планування навігаційних маршрутів та вантажних операцій. Враховуючи це, зовсім не дивно, що стандартизації критеріїв остійності судна та документів, пов'язаних з нею, приділено так багато уваги з боку морської спільноти.

Одним з головних документів, що регулює остійність судна, є Intact Stability Code, резолюція ІМО А.749(18)[1]. У ньому містяться загальні критерії для всіх суден, а також спеціалізовані критерії для окремих типів суден, при виконанні яких остійність морського судна буде вважатися задовільною. Для контролю та перевірки остійності на морському судні завжди доступні декілька нормативних документів, зокрема Stability Booklet, додатком для якого може виступати спрощений буклет у схваленій формі, або завантажувальний комп'ютер (loading computer). Тим не менш, форма цього документу не має чіткої структури, і може сильно відрізнятися залежно від типу та видів експлуатації судна.

Актуальність досліджень. Необхідність мати достатню інформацію з остійності для безпечного завантаження та баластування судна зазначена у таких документах, як Load Lines Convention, Annex I, Chapter 1, Regulation 10[2], SOLAS Convention, Chapter II-I, Part B-1, Regulation 5-1[3], та Intact Stability Code. Stability Booklet є документом, який найкращим чином задовольняє міжнародні вимоги та надає найбільшу кількість інформації для контролю остійності судна. Покращення структури та/або змісту цього документу може призвести до більш ефективної загрузки та керування судна, що може підвищити безпеку судноплавства та збільшити прибутковість експлуатації морських суден.

Водночас, невиконання належних підрахунків остійності судна (зокрема, з використанням цього документу або допоміжних інструментів) та недостатня обачливість при плануванні морських операцій може призвести до аварії або структурного пошкодження судна внаслідок його неправильного завантаження. За даними щорічного огляду морських аварій від EMSA за 2023 рік, аварії, які пов'язані з перекиданням судна, складають 18.2% від загальної кількості аварій в морі[4]. Це підкреслює важливість стандартизації нормативних документів з остійності та міцності судна, постійний аналіз їх змісту та можливості його вдосконалення з урахуванням сучасних реалій морської індустрії, що і визначає актуальність даної теми.

Постановка задачі. Основна мета цього дослідження полягає в аналізі Stability Booklet, огляду прикладів морських аварій з порушенням правил та положень цього документа, та визначенні можливих шляхів його вдосконалення для підвищення безпеки судноплавства.

Результати досліджень. В IS Code зазначені головні відомості, які бажано відобразити у Stability Booklet для кожного судна, зокрема:

1. загальний опис судна;
2. інструкція з використання буклету;
3. загальний план судна (general arrangement plan), який показує водонепроникні відсіки, закриття, вентиляційні отвори, кути затоплення, постійний баласт, допустимі навантаження на палубу і діаграми надводного борту;
4. гідростатичні криві або таблиці і поперечні криві остійності, розраховані на основі вільного диферента, для діапазонів водотоннажності і диферента, передбачуваних в нормальних умовах експлуатації;

5. план вантажопідйомності або таблиці, що показують вантажопідйомність і центри тяжіння для кожного місця розміщення вантажу;
6. таблиці баластних танків із зазначенням місткості, центрів ваги і вільної поверхні для кожного танка;
7. інформація про обмеження навантаження, наприклад, крива або таблиця з максимальним значенням KG або мінімальним значенням GM, які можуть бути використані для визначення відповідності застосовним критеріям остійності;
8. стандартні умови експлуатації та приклади для розробки інших прийнятних умов завантаження з використанням інформації, що міститься в буклеті зі стабільності;
9. короткий опис проведених розрахунків стабільності, включаючи припущення;
10. загальні запобіжні заходи для запобігання ненавмисному затопленню;
11. інформація щодо використання будь-якої спеціальної арматури для перехресного затоплення з описом умов пошкодження, при яких може знадобитися перехресне затоплення;
12. будь-які інші необхідні вказівки для безпечної експлуатації судна в нормальних і аварійних умовах;
13. зміст кожного буклету;
14. звіт про кренування судна:
 - а. якщо дані про остійність ґрунтуються на даних судна-побратима, звіт про кренування цього судна-побратима разом зі звітом про обмірювання легкого судна, про яке йде мова
 - б. якщо характеристики судна визначені іншими методами, ніж кренування судна або його судна-побратима, - короткий опис методу, використаного для визначення цих характеристик;
15. рекомендації щодо визначення остійності судна за допомогою випробування кренування під час експлуатації

Можемо побачити, що одним із головних недоліків цього буклету є відсутність чіткої його структури. Тим не менш, можна виділити декілька основних елементів, які будуть присутні на кожному судні, та наявність яких можна було би зробити обов'язковою:

1. Ship's Particulars;
2. General Arrangement Plan;
3. Інструкції з використання буклету;
4. Індекс змісту документу;
5. Загальні критерії остійності судна;
6. Загальні зауваження щодо запобігання неправильного завантаження та перекидання судна;
7. Гідростатичні криві або таблиці для певного діапазону водозміщення та посадки судна;
8. Звіт про кренування судна.

Також відсутня довідкова інформація про основні формули та детальну процедуру підрахунку остійності судна. Результати підрахунку остійності та/або міцності іноді можуть бути присутніми в буклеті для декількох основних варіантів завантаження судна, але відсутність цієї довідки ускладнює розуміння вказаної там інформації, або проведення власних розрахунків без використання комп'ютерної програми.

Розглянемо декілька прикладів морських аварій, в яких були проігноровані положення Stability Booklet[5-8].

Випадок 1.

Приблизно в 11:34 24 листопада 2019 року зареєстрований у Палау сухогруз MV «Queen Hind» перекинувся в позиції Lat=44°19.896N/Long=028°40.855E, поблизу правого борту буя MG 7, на краю фарватеру порту Мідія, Констанца, Румунія. У цей час судно виходило з порту Мідія з лоцманом на борту, завантажене 14600 вівцями, згідно з документами, наданими судовим агентом, з Мідії до Джидди, Саудівська Аравія.

Як показав аналіз та розслідування аварії, однією з причин аварійного випадку стало те, що перед відходом капітан судна вирішив завантажити велику кількість біг-бегів (сумок по 1 т) на носову частину містка всупереч положенням Буклету з остійності і без оцінки початкової/не пошкодженої остійності і динамічної остійності на всіх проміжних пунктах рейсу до прибуття в порт призначення. Члени екіпажу також не звернули увагу на обмеження, які накладаються Буклетом стосовно озподілу ваги в районі ходового містка.

Випадок 2.

31 січня 1950 року судно 743 BRT SS «FIDAMUS» перекинулося у важку погоду, прямуючи з Вісмара до Антверпена поблизу Лангеога. Судно раптово накренилося на більш ніж 30 градусів і залишилося на цьому місці. Потрапляння води призвело до перекидання судна протягом наступних 10 хвилин. Одним з аварійних факторів стало те, що судно не мало баласту, хоча це було наполегливо рекомендовано в Stability Booklet.

Випадок 3.

8 вересня 2019 року Ро-Ро судно «GOLDEN RAY» перекинулось біля порту Брансвік, Джорджія. Основною причиною перекидання судна, як встановило розслідування Національного бюро з безпеки на транспорті США (NTSB), була недостатня остійність через людську помилку капітана та старпома судна в розрахунках остійності, а також недогляд капітана і власників судна за точністю нагляду за остійністю. Помилка виникла при ручному внесенні даних про вагу вантажу/баласту/пального в комп'ютерну програму LOADCOM, яка була допоміжним інструментом разом із Trim&Stability Booklet на судні.

Випадок 4.

Відбулось перекидання судна під час його завантаження, яке виконувалось одночасно з викиданням забрудненого мастила з однієї з цистерн на борту. Офіційне розслідування встановило, що безпосередньою причиною перекидання стала спроба підняти важкий контейнер з причалу в той момент, коли судно майже не мало залишкової остійності. Наступні фактори сприяли нестабільному стану судна та його подальшому перекиданню і затопленню:

- Персонал судна не звернув уваги на важливість підготовки кривої важелів правого борту (GZ) для судна в завантаженому стані.

- Персонал судна занадто покладався на початковий GM як на критерій остійності судна в усіх умовах навантаження і при всіх кутах крену.

- При обчисленні початкової остійності судна не було зроблено жодних поправок на ефект вільної поверхні. В інструкціях з остійності чітко зазначено, що слід використовувати KG, скоригований на вільну поверхню.

Спираючись на вищезазначену інформацію, пропонуються наступні рекомендації для вдосконалення Stability Booklet:

1. Конкретизувати вимоги обов'язкової присутності певного набору основних елементів, які є спільними для усіх типів суден, а також встановлення чіткого розмежування документів по відповідним способам виконання судових операцій по змісту і формі за встановленим зразком;
2. Розробити зміст і форму довідкової інформації про основні алгоритми і розрахункові схеми для процедури підрахунку остійності судна;
3. Підготувати зразок довідкової інформації про способи оперативного контролю остійності в режимі реального часу під час вантажних операцій та/або баластування та де баластування судна;
4. Доповнити рекомендації для капітана з контролю остійності судна в різних ситуаціях завантаження та розвантаження судна, зробивши детальний наголос на найбільш вірогідних конкретних ризиках для остійності, яких потрібно уникати;
5. Розробити спеціальний чек-лист перевірки показників остійності судна, які потрібно перевіряти перед приходом та відходом судна в порт;
6. Якщо разом із Буклетом на судні існує узгоджена з компетентними органами комп'ютерна програма для розрахунку остійності, то необхідно відмітити це в судових документах та доповнити її детальною інструкцією для судового персоналу

з контрольним прикладом перевірки її працездатності та розрахунку остійності, непотопляємості та інших параметрів, включаючи абсцису центру ваги, з її допомогою.

Висновки. За результатами аналізу структури та змісту Stability Booklet, а також випадків морських аварій, в яких були проігноровані його положення або підкреслені його недоліки, були сформовані рекомендації для вдосконалення документа. Варто підкреслити наступне:

- Велика частина аварій на морі, включаючи перекидання, відбувається через людський фактор, мінімізація якого є важливим напрямом подальших досліджень у цій галузі;
- Різноманітність типів суден торговельного флоту ускладнює стандартизацію будь-яких документів, пов'язаних з характеристиками цих суден;
- Збільшення кількості інструментів та документів для контролю остійності на судні може призвести до збільшення точок можливих помилок, які можуть виникнути при їх використанні;
- Постійний розвиток морської галузі призводить до необхідності невинного контролю та удосконалення нормативної та документальної бази морських суден.

ЛІТЕРАТУРА

1. Code on Intact Stability for all types of ships covered by IMO instruments, Resolution A.749(18) / IMO, 1993
2. International Convention on Load Lines. / IMO, 1968
3. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS). / IMO, 1974
4. EMSA. Annual overview of marine casualties and incidents - 2023. <http://www.emsa.europa.eu>
5. Total Loss of Stability - Capsizing of Livestock carrier M/V “QUEEN HIND” – Marine Safety Investigation Report No. 001/2020 – Preliminary. / Capt. Cristian E.Ciortan, Marine Investigations Division, Palau International Ship Registry, 2020
6. L.Perez-Rojas, S.Sastre, A.Martin. Review of the ship accidents investigations presented at the STAB works/conferences. 2008, Republic of Korea, 10th International Ship Stability Workshop (ISSW2008)
7. Capsizing of Roll-on/Roll-off Vehicle Carrier Golden Ray, St. Simons Sound, Brunswick River, near Brunswick, Georgia. Marine Accident Report NTSB/MAR-21/03. / National Transportation Safety Board, 2021.
8. MARS Official Report No.7008, Capsize whilst Loading. <https://www.nautinst.org/resources-page/7008-capsize-while-loading.html>
9. Stability guidance booklet for powered vessels. / Maritime & Coastguard Agency, 2021, Great Britain

UDC 629.5.077(045)=111

ANCHOR LOSS PREVENTION

Pokotilova Maryna¹, student of group 1407, **Syemitko Volodymyr¹**, senior lecturer

¹National University “Odessa Maritime Academy”, Ukraine

ABSTARCT

Most anchor losses can be prevented if proper maintenance and handling procedures are followed. One of the basic requirements for preventing such incidents is for officers and crew to be aware of the safe working loads for which their equipment has been designed. If these limits are not respected when a vessel is anchored, significant damage can be done to the vessel, beyond the loss of anchor and chain. Other common causes include lack of crew experience and training in the use of anchoring equipment, including the maintenance of windlass and the securing of anchors and chains.

Key words: anchoring operations, anchor loss, ways to anchor, maintaining proper anchor watches

The anchor and the anchoring mechanisms and procedures are crucial elements in securing a ship. Damage and claim statistics show a rather high damage ratio due to loss of anchor, which is being reported on the rise in recent years. Investigations revealed most of these incidents could have easily avoided by following the appropriate operational procedure, inspection, and periodic maintenance on anchoring equipment. Loss of anchor and chain damage is a serious matter. It affects ship seaworthiness. Anchoring is a critical operation on vessels. An improper anchoring could cause damage and loss to the vessel, other vessels, property and the environment. The consequential losses of grounding and collision due to anchor dragging or loss can be significant. Good bridge management in anchoring operations is the key to achieving safe anchoring and avoiding accidents. It includes anchoring planning, risk assessment, best anchoring practices, anchoring watch keeping, etc. Along with evaluating the nature of the seabed when anchoring, these are the elements to be considered: direction and strength of wind and current, sea condition, shallow water, prohibited areas, navigational aids and facilities, underwater cables and pipelines, swinging room, other anchoring vessels in the vicinity. Anchoring operation is part of a passage plan, which must be carefully planned, executed and monitored. An effective anchoring plan can prevent anchor accidents and avoid any operational failure. A detailed risk assessment of the anchoring operation should be carried out to formulate an effective plan and to make prudent decisions when facing emergencies [1].

There are many ways to anchor ships. Duration and location depend on a number of variables and external factors. For example, wind direction and strength, current and tidal current. Consider the most common mounting methods

1. “Letting Go “or “dropping” for depths up to 20m.

The principle used in this method is for the anchor to slide with the cable under its own weight from the hawse tube. Line weight, windlass holding force and boat inertia are factors that must be controlled by the boat to ensure that the anchor is buried and the line is subsequently stowed to pull back. When approaching the place of anchoring, the speed of the vessel relative to the ground is reduced to zero with the help of the engines and the rudder, and at the same point, the anchor together with the cable can jump out under its own weight. When approaching the anchorage, the captains of the ships usually lower the anchor to the water level so that when the brakes are released, the cables can be freely extended. Sometimes, after a long sea voyage, the anchor could get stuck in the hawse pipe and not jump off it under its own weight. As a preemptive and good maritime practice, always check the condition of the winch brake pad prior to use.

2. “Walking back close to bottom and letting go” anchor just above the sea bed for depths between 20 to 50m.

When anchoring in water of 20 to 50 meters depth, the free-fall anchoring from the cock-bill position may cause the cable to attain a dangerous speed as it runs out, the result being a parting of the entire cable. There is also risk that the anchor may fracture on striking the bottom at high speed. To prevent such hazards, walk back the anchor into the water until it reaches about 5m above the bottom. The brake should then be secured and the windlass taken off the gear. The anchor should be let go taking care that the vessel is moving astern such that the anchor cable will not pile up in a heap on the sea bottom. The required scope of the anchor cable must be paid out. Care is to be exercised in controlling the paying out speed and master must ensure that vessel speed over ground is less than the paying out speed. Increased vessel speed over the ground or uncontrolled paying out of the cable can cause the cable to be inadvertently paid out till the bitter end, thereby causing damage to the bitter end release arrangement, spurling pipe, windlass and finally to losing the anchor along with the cable[2].

3. “Walk back method “. Anchoring in water of 50 meters to 80 meters depth (Deep anchoring) by “paying out under power”

When anchoring in water of 50 meters to 80 meters depth, the anchor and the amount of cable intended for use are paid out by the walk- back method all the way under power. The windlass motor is the weakest link in the system and, if the windlass over-speeds, there is a risk that the motor will

be damaged. When the required chain length is paid out, necessary to apply the cable lifter brake, close the chain stopper dog/guillotine bar and inserting the locking bolt and the securing pin if there is one. Wrong practice in dropping the anchor may cause chain entangling accidents or loss of the anchor. Most accidents are caused by uncontrolled running-out speed of the anchor chain and poor condition of the brake when dropping the anchor. The running-out speed should be limited to 5-6 metres/sec. and the brake force must be used to control the speed [3].

However, if the water depth is above 80 metres, do not drop anchor as the maximum anchor depth for most vessels are designed to the rule of 82 metres (three shackles). The master should check the class limitation of the vessel to ensure the windlass heaving capacity limits do not exceeded for the anchoring depth. The cable length that should be released depends on factors such as water depth, draft, windage area, strength of wind and current, and anchorage congestion.

The marine industry continues to experience an increasing number of incidents involving anchors, anchor chains, pawl bars / stoppers and windlass failures. Analysis of a number of anchoring related incidents have noted that that windlasses and brakes are generally the weakest component in any anchor system. In almost all ships windlasses tend to be modestly powered (e.g. on a standard 100,000 DWT cargo ship the anchor will be able to apply a 'pull' of around 34 ~35 tonnes). In theory, therefore windlass performance effectively restricts anchoring to depths of no more than about 110 metres, however this would also be dependent on prevailing weather conditions and the type of sea bed. Most of the cases of anchor loss could be prevented with proper inspection, maintenance, following operational procedures and awareness on the limitations of the anchoring system, as per the manufacturer's instructions [4]. One of the shipping companies had five incidents related to anchor equipment from February to April 2024. Many anchor losses are preventable if proper maintenance and handling procedures are followed. Performing correct anchoring operations is vital to the safety of the vessel, and, prior to anchoring; the Vessel Team should take into consideration the company policy for the conditions requiring leaving the anchorage – Navigational decision-making can be influenced by various factors, including commercial pressures. In some instances, Masters have faced dilemmas when deciding whether to remain anchored in adverse weather conditions or to sail to a safer location. Masters must exercise heightened vigilance when anchoring in challenging conditions, such as close to shore in bad weather or in rivers with strong currents and poor holding ground. When deciding whether to stay or leave, they should consider the design limitations of their anchoring equipment. Instances of ships dragging anchors in adverse conditions highlight the risk of placing excessive trust in this equipment. Given the reliability of modern weather forecasts, Masters should be proactive in responding to forecasts of heavy weather. Choosing to weigh anchor and proceed to sea in a timely manner can significantly enhance the safety of the vessel and its crew. Anchoring a vessel safely requires careful planning, a well-instructed bridge team, and effective onboard management and leadership [5]. Maintaining proper anchor watches is essential, including the use of navigation equipment for setting up anchor watch alarms and parallel indexing. Additionally, considering extra precautions such as paying out additional cable and having engines on immediate notice can help mitigate risks during anchoring operations. Bridge team to be empowered to advise the Master regarding the deteriorating weather conditions at an early stage rather than waiting until it is too late.

Procedures and industrial best practices must be used for anchoring:

For vessels of less than 65,000 DWT

- In shallow waters (depth less than 40 meters) – LET GO procedure should be adopted.

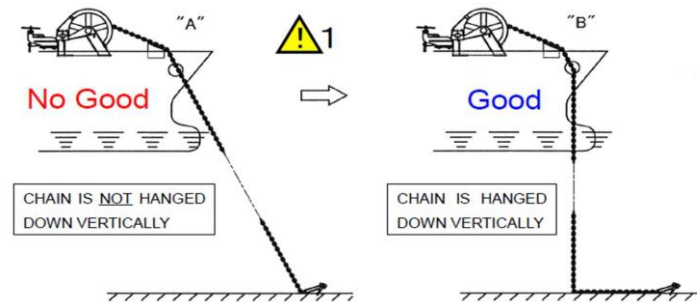
- In deep waters (depths greater than 40 meters) - WALK BACK procedure is recommended.

For vessels with more than 65000 DWT – Do not LET GO the anchor. Only WALK BACK is recommended [6].

Precautions to be exercised when walking back anchor:

Vessel's speed should be closely monitored, and the windlass should be operated carefully to ensure that excessive external force is not acting (especially in heavy weather), otherwise the motor and other equipment may get damaged. Main engine must be used continuously while walking back the anchor to ensure that vessel's speed over ground (SOG) is close to ZERO and the anchor chain is

hanging vertically down as shown in below picture. (Pic. 1). It should be carefully observed during operations that there are no slippages when anchor is held hydraulically in stationary position, and that the motor and chain move smoothly when operated. Else, remedial measures should be taken for repairs to the hydraulic system.



Pic. 1 Proper direction of anchor chain

Precautions to be exercised while at anchor:

While anchored – weather should be closely monitored, and anchor should be picked up in good time before the weather worsens. Below criteria should be followed:

Maximum environmental limitation for sheltered waters:

Current velocity: max. 2.0 m/s or 4 knots

Wind velocity: max. 15 m/s or 30 knots (Beaufort wind scale 7)

No waves or swell

Maximum environmental limitation for non-sheltered waters:

Current velocity: max. 1.5m/s or 3 knots

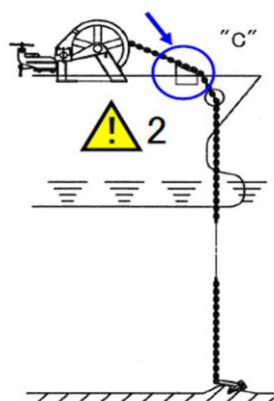
Wind velocity: max. 11m/s or 22 Knots (Beaufort wind scale 6)

Significant wave height: max. 2m

While heaving up anchor:

The Main Engine should be used cautiously & continuously to ensure that there is no strain/weight on the cable while picking up the anchor. The cable should be maintained in 'short stay' or 'up and down' position while heaving up. Monitor the cable continuously. Do not continue heaving up the anchor if the cable is twisted. The Duty officer at anchor station must continue to monitor the anchor cable overside until the anchor is fully housed and secured [7].

In case the anchor bites into seabed as shown below picture (Pic. 2), put the chain stopper & move the vessel using main engine to pullout the anchor from seabed. Never attempt to pull out by heaving force of windlass.



Pic. 2 Securing the anchor chain if move the vessel using the main engine

It is also necessary to ensure compliance with planned maintenance systems and maintenance regimes for fastening systems.

Conclusion

Anchor loss is a disruptive and costly event that can also jeopardise the safety of both the crew and the ship. To minimise preventable failures, it's essential to follow best practices and treat the anchoring system as the critical equipment it truly is. Anchoring a vessel safely can only be carried out with proper planning, a properly instructed bridge team, and when positive on-board management and leadership are shown [8].

REFERENCES

1. Anchoring Methods , March 14, 2021 <https://knowledgeofsea.com/>
2. What Are “Let Go” and “Walk Back” Ship Anchoring Methods? <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/let-go-and-walk-back-ship-anchoring-methods/>
3. Understanding recent anchor losses-lessons learned Published: 2 October 2024 <https://britanniapandi.com/2024/10/understanding-recent-anchor-losses-lessons-learned/>
4. SAFE ANCHORING PROCEDURES AND MOORING BEST PRACTICE, The Britannia Steam Ship Insurance Association Holdings Limited Published: 1 December 2014
5. Deep water anchoring safe practice by VLCC, PUBLISHED BY Indonesia Marine Equipment
6. Anchoring and Anchor Watches December 9, 2019 <https://knowledgeofsea.com/>
7. Emergency procedures for loss of Anchor & chain for cargo ships <http://www.shipsbusiness.com/>
8. Anchor loss prevention published on 8th March 2016 <https://www.dnv.com/maritime/anchor-loss-prevention/>

DISCUSSION OF VARIOUS METHODS OF CREATING SURFACE MOLECULAR ORDERING IN PRODUCTION OF LIQUID CRYSTALLINE DISPLAYS FOR MARINE NAVIGATION DEVICES

Savchenko Vladyslav, cadet gr. 1191, Supervisor **Popovskii A.**, associate professor, ph. d.

National University “Odessa Maritime academy”

Introduction

Liquid crystal displays (LCDs) have potential in marine navigation[1, 3] due to the following advantages:

- high readability – modern LCDs increase brightness and contrast, making it easy to read information in bright sunlight; sunlight readability of LCDs is important because naval operations often take place in challenging environmental conditions, including intense sunlight;
- energy efficiency – low power consumption is especially important for autonomous marine systems;
- compactness and lightness – LCDs allow the creation of lightweight and compact devices for small-sized and unmanned vessels;
- touchscreen capabilities – many LCDs come equipped with touchscreen functionality, offering intuitive and user-friendly interfaces. Touchscreens simplify interaction with complex systems, allowing naval personnel to navigate through data, maps, and controls with ease;
- resistance to operating conditions – modern naval environments demand creation of displays that are rugged and reliable; LCDs are built to withstand harsh conditions, including vibrations, temperature extremes, and humidity, making them well-suited for the demanding nature of maritime operations modern;
- broad functionality – LCDs are used in radars, echo sounders, convenient GPS and GLONASS, as well as in mobile navigation systems.

- wide viewing angles – the wide viewing angles of LCDs enable personnel in different areas of a naval vessel to access important information without compromising on visibility; this feature enable personnel in different areas of a naval vessel to access important information without compromising on visibility

Development of new technologies is important for using LCD based on reflective technology to improve energy efficiency or increase light output in low light conditions. Because of high resolution and clarity such displays offer high-resolution output, ensuring that critical information such as radar data, navigation charts, and surveillance footage are presented with exceptional clarity.

Thus, the LCD devices continue to develop and retain promising directions for use in marine navigation. With all the above-mentioned value of liquid crystals in the marine industry, this work will help users to become familiar with the topic and understanding with the problems of processing and manufacturing liquid crystal displays. Further we will discuss the main methods of stable surface orientational arrangement of LC molecules creation, which ensures the possibility of reliable display operation.

Rubbing method

Rubbing [1] is the dominant alignment process. The present rubbing process in the manufacture of LCDs is to rub an organic polymer coated substrate using a rotating drum which is covered by a cloth with short fibers (cotton and rayon). Although this process has many problems, e.g. the generation of dust and static electricity. Fig. 1 shows a typical rubbing machine.

Although the process is simple, it has large effects on the image quality and reliability of the LCDs. The rubbing controls both the azimuthal and polar angles of the liquid crystal alignment. Unevenness in the rubbing process causes alignment defects. These defects harm the optical characteristics of the LCDs, because the LCDs use the light modulation phenomena that depend on the LC's alignment. Not only the rubbing itself, but also the alignment materials affect the quality of the LCDs. In the early stages of liquid crystal manufacturing, polyvinyl alcohol, acrylic polymers, and vinyl polymers were tested as alignment materials for rubbing. Finally, a high temperature polyimide was used. The development of a low temperature polyimide then allowed a colored liquid crystal display using a set of filters. The reason why polyimide became the dominant alignment material is its stability and superior electric characteristics. In the case of display driven by thin film transistors (TFT), the electric characteristics are as important as the alignment quality



Fig. 1. Typical rubbing machine to change the properties of substrates

Oblique Evaporation Method

Thus, a non-contact alignment treatment has advantages compared with the conventional rubbing method. Oblique evaporation of SiO_x is one of the few methods in this category in which device quality alignment is realized other than by rubbing.

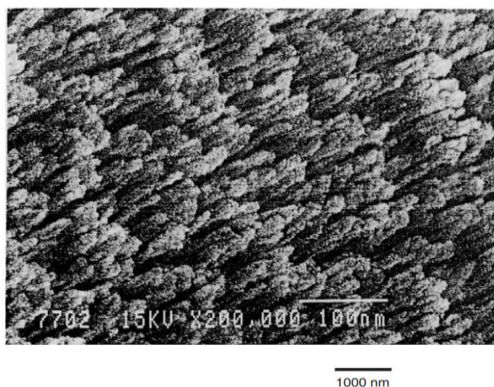


Fig. 2. View of the evaporated surface under an electron microscope

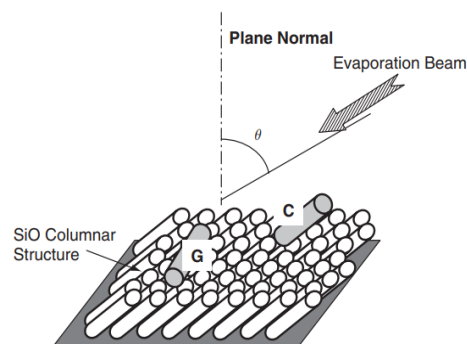


Fig. 3. Surface structure created by the oblique evaporation method

In the oblique evaporation process, a micro columnar structure is realized on the substrate surface, due to the self-shadowing effect as shown in fig. 2. When a nematic liquid crystal contacts such a surface, elastic deformation of the liquid crystal along the surface induces an interaction energy between the surface and the nematic material. This is thought to be the driving force for alignment of the nematic director. The surface structure of the oblique evaporated film changes with the evaporation angle (the angle between evaporation beam and substrate normal). The structure of stepwise grooves and the array of columns change their angle and density. The surface structure of the oblique evaporated film is illustrated schematically in fig. 3. There are many grooves and columns, the features of which vary with evaporation angle and change in the nematic alignment direction and pretilt angle.

Photoisomerization

Photoalignment using photoisomerization phenomena controls the LC alignment by a conformational change between cisoid- and transoid-type of azobenzene rings [2]. The photoisomerization caused by changing the wavelength or polarization direction of the exposed light can switch the LC alignment reversibly between homeotropic and homogeneous, or change the direction of the homogeneous alignment. The principle of LC alignment by photoisomerization is shown in fig. 4.

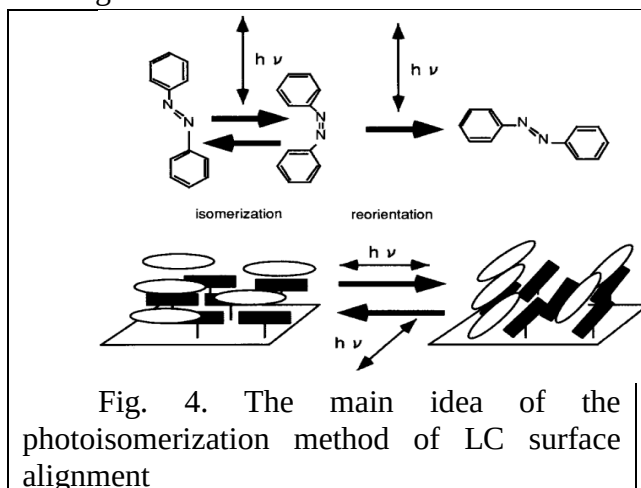


Fig. 4. The main idea of the photoisomerization method of LC surface alignment

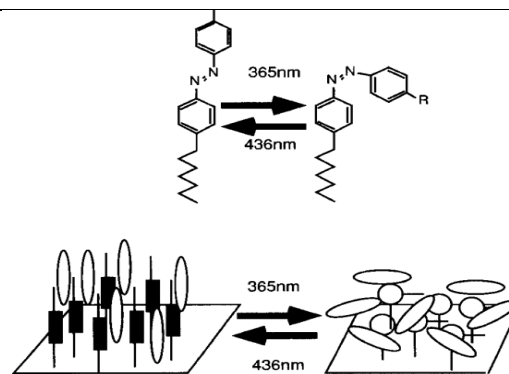


Fig. 5. Switching between the homeotropic and homogeneous alignment using photoisomerization

The important phenomena here are the axis-selective anisotropic absorption and the reorientation of the molecules. The molecules whose transition moments are parallel to the electric field of the exposed light change their conformation because of their anisotropic absorption. An azobenzene molecule whose long axis is parallel to the polarization axis of the exposed light reversibly changes its conformation between cisoid and transoid, and the ratio of the two forms is

different. For azobenzene, linearly polarized light with a wavelength of 365 nm, whose polarization axis is parallel to the molecular long axis, isomerizes transoid-type molecules to the cisoid-type which has a small absorbance for the polarized light of that orientation. Therefore, the number of transoid molecules whose axes are perpendicular to the polarization axis increases in relative terms, and the LC becomes aligned along the molecular axis, which is perpendicular to the polarization axis. The axially anisotropic photoisomerization alone is sufficient to control the LC alignment. However, for polymethacrylate a molecular reorientation was observed. The molecular reorientation involves a molecular axis that actually moves during its conformation change. If the molecular axis rotates perpendicular to the polarization axis during the photoisomerization, the absorbance of light decreases and it tends to remain stable in that orientation. A reversible change between homeotropic and homogeneous alignment can be achieved by aligning the azobenzene units perpendicular to the substrate. Fig. 5 shows switching between the homeotropic and homogeneous alignment of a LC using photoisomerization. The photoisomerization materials used for the alignment layer of display panels is determined by the stability of the electrical and alignment characteristics, because photoalignment using photoisomerization is limited to materials having special functional units, such as azobenzene. To solve this problem, some techniques to mix an azobenzene dye into a polyimide and to select the photosensitive wavelength have been described. Another technique to establish a stable structure using azobenzene is to synthesize a polyimide whose main chain contains azobenzene units. The photoisomerization material, called the “command surface”, has the characteristic capability of reversibly controlling the LC alignment through control of the wavelength or polarization axis of the light to which it is exposed. Using this peculiar characteristic, it can be applied to photonic materials.

Conclusions

The comparison between different methods of creation of near surface alignment in LC cells is illustrated in table 1. As it is easy to see, the most promising future method of near surface molecular arrangement in LC cells is the photoisomerization method.

Table 1. Brief comparison of different alignment methods

Advantages	Disadvantages
<u>Rubbing method</u>	
Simplicity, scalability, stability and superior electric characteristics.	Generation of dust and static electricity. Unevenness in the rubbing process cause alignment defects.
<u>Oblique evaporation method</u>	
Has no risk of damage by chemical, mechanical or electrostatic on the patterns on the substrate surface.	The need for high-precision equipment and the dependence of production on large scale equipment.
<u>Photoisomerization method</u>	
In comparison with rubbing, photoalignment is easy to control in a consistent way, because only the exposure energy needs to be controlled. In addition to this, the influence of a defect on one substrate upon other substrates is small, because photoalignment is a non-contact alignment process. The baking time for the alignment material is the longest processing step in the alignment process. Reduction of the processing time could potentially be achieved by using a photoalignment material other than polyimide, for example some substrate which does not require a long baking time.	Photoalignment using photoisomerization is limited to materials having special functional units, such as azobenzene. Degradation of the polymer by deep UV exposure is a concern when photoalignment is used for the alignment process of LCD manufacturing. High price.

LITERATURE

1. Kohki Takato, Masanori Sakamoto. Alignment Technology and Applications of Liquid Crystal Devices. Tokyo, 2005, 288p.
2. Morteza Sasani Ghamsari and Irina Carlescu. Liquid Crystals and Display Technology. London, 2020, 193p.
3. Midshipman 1/C Derek T. Gess. Nanomaterials-Based Liquid Crystal Devices for Improving their Stability and Electro-Optic Responses. US Naval Academy Annapolis, Maryland, 2023, 36p.

UDC 629.5.07(45) =111

REMOTE ADJUSTMENT OF THE MAGNETIC COMPASS

Syemitko Volodymyr, *senior lecturer*¹

National University "Odessa Maritime Academy", Ukraine

ABSTRACT

Magnetic compasses are essential instruments in navigation, as they provide a reliable directional reference based on the earth's magnetic field. However, several factors can affect the accuracy of these readings, such as the presence of nearby metallic objects, electronic equipment, or even the vessel's own magnetic structures. Remote compass compensation is a fundamental process in modern maritime navigation that ensures the accuracy and reliability of navigation systems on board vessels. It consists of adjusting and correcting a vessel's magnetic compass readings to eliminate errors caused by internal and external magnetic interference. Remote compass compensation addresses these problems by electronically adjusting the compass to compensate for interference. This adjustment is done using advanced sensors and algorithms that detect and correct compass deviations in real time. In addition, this process can be carried out remotely via satellite communication systems.

Key words: magnetic compass, deviation of magnetic compass, remote compass compensation, deviation chart

In the world of marine navigation, the magnetic compass is one of the most reliable and essential tools on board a vessel. Even in the age of advanced electronic systems such as GPS and gyrocompasses, the magnetic compass is becoming a vital means of determining a vessel's direction of travel, especially in the event of electronic failure. However, over time, a magnetic compass can suffer from wear and tear, exposure to external elements and the vessel's own magnetism, which can reduce its accuracy. This is when magnetic compass repair becomes necessary [1].

Here are some of the main reasons why magnetic compass repair becomes vital:

- A magnetic compass serves as a reliable backup in case of electronics failure. Keeping it in working order ensures that the crew can continue to navigate accurately even if other systems fail.
- Chapter V, regulation 19, of the 2000 amendments to the 1974 International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) makes the use of a magnetic compass mandatory. The magnetic compass must meet the standards set by the IMO. The regulations require that a ship's magnetic compass be regularly maintained and calibrated. Failure to comply with these requirements can result in fines, detentions or delays during inspections [4].

Despite their critical role, magnetic compasses are subject to certain errors. Factors such as magnetic deviations and local magnetic fields can affect their accuracy. Calibration becomes a vital means of reducing these errors. To ensure the reliability of a magnetic compass, regular calibration and maintenance should be carried out. A magnetic compass should always steadily orient itself to the Earth's magnetic field, pointing to magnetic north. However, steel, electronic devices or equipment, and even the type of cargo being carried can cause the compass needle to deviate from

magnetic north. To compensate for these deviating forces with correctors, a compass adjustment is necessary. At first glance, it would seem that whatever the magnitude of the magnetic compass deviation, there is no need to destroy the deviation. It is enough only to determine the value of this deviation make a table of deviation and take it into account when calculating the path of the ship. However, such a view is wrong. On a modern ship, the deviation of the magnetic compass can reach several tens of degrees. At such deviation, it is impossible to calculate the table by the approximate deviation formula, because this formula is valid only for small deviations [2].

More important reasons for the necessity of destroying the deviation of the magnetic compass are the following reasons:

1) The deviation for the same compass and magnetic courses differs considerably in magnitude. Therefore, when the deviation is large, it is necessary to have two separate deviation tables, one for compass courses and one for magnetic courses.

2) In selecting the deviation for intermediate courses, which is always done by simple interpolation, a considerable error may be made, because in case of large deviation it is error, because when the deviation is large, the disproportionality of its variation with course is particularly great.

3) The change of the ship's course by compass at large deviations does not correspond to the actual turn of the ship. On some courses, it may happen that when the ship turns to the right the compass course will decrease, and when she turns to the left it will increase. Nevertheless, the most important reason compelling the destruction of deviation, is that if a compass has a large deviation, it means that all the forces causing the deviation, or some of them, are large compared to the guiding force λH . And it may be that these forces on some courses will be so directed relative to the magnetic meridian that their equalising force H' will be close to zero. In these cases the compass will cease to work, because the force H' , which controls the sea card, will not be able to overcome the force of friction of the firebox against the stud and the compass card will be mechanically carried away by the vessel, showing the same course. Thus, to ensure the reliability and accuracy of magnetic compass readings of a magnetic compass in all sailing conditions, it is necessary to eliminate deviation [3].

This creates equal but opposite magnetic fields, nullifying the deflecting fields around the compass, allowing it to align properly. The Earth's magnetic field can now pass through the compass without deviating from its normal path. Due to various factors such as the vessel's design, location, and unique magnetic properties, all deviations may not be eliminated. The residual deviation is recorded on the deviation chart as a table or deviation curve against the compass direction [5].

According to ISO 25862 all magnetic compasses shall be swung and adjusted no less often than:

- every two years;
- after dry docking; or
- after significant structural work.

An exemption is made for vessels calling the United States of America and/or the Panama Canal. For these areas the deviation table must be verified by a certified compass adjuster no longer than year ago. When the deviation is exceeding the limit of 3 degrees, the compass must be re-adjusted and a new deviation table must be made up as well [6].

In the past, compasses had to be adjusted using an on-board corrector. However, companies now offer a service to remotely adjust the compass at sea or after leaving port

The captain receives a detailed guide to the adjustment process. As an example, let us consider the process of remote compass adjustment by COMPASS THAWE MARINE, performed on the tanker "Anna M" (tabl. 1). To prepare for this procedure, the ship must provide additional information regarding the magnetic compass, serial number, compass type and manufacturer, binnacle, type and position of compensators, gyroscope error, if any, geographical location (to determine world magnetic fields and their variations), deviation control, weather conditions and ship condition, e.g. cargo/ballast and other, including of the position of the magnets inside the binnacle. Upon receipt of the information via email, COMPASS THAWE MARINE makes calculations and sends to the Master for correction and subsequent new deviation control. The readings are sent back on the attached COMPASS THAWE MARINE SIGNS form. If the result is acceptable (less than 3°), the company produces and

issues a new deviation chart with all the necessary data, converts it into pdf format and sends it to the ship. The original document is laminated and handed over to the company for shipment to the ship. All data received from the vessel is filed and stored in case questions arise. With the adjustment completed, the voyage of the ship can continue. Throughout the journey, COMPASS THAWE MARINE can provide support for using the tables. Moreover, if the deadline for adjustment is coming up again, company will send a reminder.

ANNA M / IMO / MMSI 9561368 / 538008096

FINAL PROCEDURE – 14 DEC'23

Tabl. 1.

	Coeff Magnets	Gyro Heading to steer (do not make correction for gyro error)	Adjust the position of the magnets to achieve this heading on the Magnetic Compass at Monkey Island	Magnet Adjustment Time swing started - Time swing Completed -
1	Heeling Error	NA	NA	Move the 03 heeling magnets to RED END DOWN
2	Coeff B Fore & Aft Magnets	068°	090° Write the achieved heading after adjusting ???	(i) Steer on gyro heading of 068°. (ii) After waiting 3-4 min, once the magnetic compass card on Monkey Island has stabilised, shift fore-and-aft magnets simultaneously (both port & Stbd), slot-by-slot until the course on magnetic compass reaches as per Column 3 - 090° (+/- 0.5) °. (iii) In general, you will be required to LOWER the FORE & AFT magnets DOWN. (iv) If the raised magnets reach the highest slot, but the course still does not reach 090° (+/- 0.5) ° on the magnetic compass, please add a new magnet in the lowest slot of the port side & stbd side, then raise the new magnet slowly slot by slot, until heading of 090° (+/- 0.5) ° is achieved on the magnetic compass. (v) If magnets are being lowered and the magnet reaches the lowest slot, but the course has still not reached 090° (+/- 0.5) ° on the magnetic compass, please remove those magnets from the port side & stbd side.
3	Coeff C Athwartship Magnets	158°	180° Write the achieved heading after adjusting ???	(i) Steer on gyro heading of 158°. (ii) After 3-4 min of waiting, once the magnetic compass card on Monkey Island stabilises, shift athwart-ship Magnets slot-by-slot until the course on the magnetic compass reaches 180° (+/- 0.5) °.

				(iii) In general, you will be required to RAISE the athwartship magnets UP. (iv) If the raised magnets reach the highest slot, but the course still does not reach 180° ($\pm 0.5^{\circ}$) on the magnetic compass, please add a new magnet in the lowest slot, then raise the new magnet slowly slot by slot, until heading of 180° ($\pm 0.5^{\circ}$) is achieved. (v) If magnets are being lowered and the magnet reaches the lowest slot (slot 1), but the course has still not reached 180° ($\pm 0.5^{\circ}$) on the standard compass, please remove those magnets.
4	Coeff B (again) Fore & Aft Magnets	248°	270° Write the achieved heading after adjusting??	(i) Steer on gyro heading of 248°. (ii) Wait 3-4 min until the magnetic compass card stabilises. (iii) Check the difference of magnetic compass heading from 270°. If the magnetic compass heading is within $267.5^{\circ} \sim 272.5^{\circ}$ (a difference of 2.5° or less) then no action is required. (iv) If the difference is greater than 2.5°, then shift the port & stbd fore-and-aft magnets, slot-by-slot until Mag compass heading is within the range of $267.5^{\circ} \sim 272.5^{\circ}$. <u>Remark</u> – Do not move the magnets to reduce the difference by more than 2.5° E or W. Attempting to reduce the difference by less than 2.5°, might increase the deviation on other headings.
5	Coeff C (again) Athwartship Magnets	338°	000° Write the achieved heading after adjusting??	(i) Steer on gyro heading of 338°. (ii) Wait 3-4 min until the magnetic compass card stabilises. (iii) Check the difference of magnetic compass heading from 000°. If the magnetic compass heading is within $357.5^{\circ} \sim 002.5^{\circ}$ (a difference of 2.5° or less) then no action is required. (iv) If the difference is greater than 2.5°, then shift the athwart-ship magnets, slot-by-slot until the Mag compass heading is within the range of $357.5^{\circ} \sim 002.5^{\circ}$. <u>Remark</u> – Do not move the magnets to reduce the difference by more than 2.5° E or W. Attempting to reduce the difference by less than 2.5°, might increase the deviation on other headings.
		023°	045°	(i) Steer on gyro heading of 023°. (ii) Most probably Mag. course will be 45° (± 2.5).

6	Coeff D Boxes	===== 203°	Write the achieved heading after adjusting??? ===== 225° Write the achieved heading after adjusting???	(iii) In case the difference of magnetic compass heading from 045° is more than 2.5°, then please reduce it by slightly shifting side boxes together or away from the compass bowl (raise/lower or reduce/increase the number of plates inside the box). ===== (i) Now steer on gyro heading of 203°. (ii) Most probably Mag. course will be 225° (+/- 2.5). (iii) In case the difference of magnetic compass heading from 225° is more than 2.5°, then please reduce it by slightly shifting side boxes together or away from the compass bowl (raise/lower or reduce/increase the number of plates inside the box).

Conclusion

Remote compass compensation is a crucial technology for ensuring the accuracy and reliability of navigation systems on vessels, resulting in safer, more efficient and cost-effective navigation for ship owners and operators. The unique feature of remote magnetic compass adjustment that company can conduct adjustment of deviation of vessel's magnetic compass remotely, providing clear instructions and guiding Officers on board via by e-mail. Modern technologies allow to significantly the cost of deviation of vessel's magnetic compass, do not require delaying of the vessel, expensive boat services for embarkation and disembarkation of the adjuster or restrictions on coastal navigation for to swing the compass. It can be done while vessel is en route to the next port of call. Upon completion of the compass adjustment, vessel will receive appropriate certificate endorsed by qualified Compass adjustor. With the adjustment completed, the voyage of the ship can continue. Integrating this technology into maritime operations can make a difference in terms of safety, compliance and market competitiveness.

REFERENCES

1. National Geospatial–Intelligence Agency. Handbook of magnetic compass adjustment (Formerly Pub. No. 226). Bethesda, Maryland, USA: National Geospatial– Intelligence Agency, 2004. Date of access: July 2020. Available from: Maintenance and Adjustment of Magnetic Compasses, Marine Notice 19/2016
2. Maintaining magnetic compasses onboard: All you need to know by The Editorial Team November 20, 2023 in Maritime Knowledge, Safety
3. Solas Chapter V - Annex 13 - Magnetic Compasses
4. IMO Resolution A.382 (X) - Magnetic Compasses Carriage and Performance Standards
5. International Organization for Standardization. ISO 25862:2019: Ships and marine technology: marine magnetic compasses, binnacles and azimuth reading devices. Genève: ISO, 2019.
6. PANAMA MARITIME AUTHORITY Directorate General of Merchant Marine International Representative Office, N.Y. MMC No. 123 1 Merchant Marine Circular No. 138

ОПТИМІЗАЦІЯ ШВИДКОСТІ СУДНА ДЛЯ ПОВЕРНЕННЯ ДО ЗАДАНОЇ КООРДИНАТНОЇ ТОЧКИ МАРШРУТУ

Сінюта К.О., асистент

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Актуальність теми: Фундаментальним аспектом забезпечення безпеки мореплавання є точне визначення курсу та швидкості судна для компенсації його зносу від впливу зовнішніх факторів, таких як вітер, морські течії та хвилювання. Численні авторитетні розслідування аварійних інцидентів на морі переконливо демонструють, що неправильний вибір швидкості судна може призвести до втрати керованості суден і, як наслідок, до катастрофічних наслідків, які супроводжуються людськими жертвами та екологічними збитками [1-5]. Ця критична проблематика зумовлює необхідність розробки науково обґрунтованих та валідованих методів навігаційних розрахунків.

З метою вирішення цього завдання було розроблено новий метод визначення необхідних коригування швидкості для компенсації зносу судна. Цей метод базується на побудові та аналізі векторних трикутників, використовуючи дані спостережень за попередній астрономічний час. Він передбачає векторне подання сил, що впливають на рух судна, зокрема напрямків і модулів вітру, течії, курсу та швидкості самого судна. Зміна швидкості судна, необхідна для компенсації впливу зовнішніх факторів, може бути розрахована шляхом геометричних побудов та математичних розрахунків на основі цих векторних величин. Це дозволяє визначити оптимальні параметри руху для успішного проведення переходу в конкретних умовах плавання.

Деталізований розгляд усіх етапів розробленого методу є вирішальним для оволодіння судноводіями необхідними компетенціями в галузі навігаційних обчислень та управління рухом суден. Першим кроком даного підходу є визначення відстані між поточною обсервованою точкою та наступною шляховою точкою запланованого маршруту (рис. 1):

Крок 1. Знайдемо відстань між обсервованою точкою та наступною шляховою точкою:

$$1. \quad V_{ш(2)} = \sqrt{(\lambda_{V_{ш(3)}} - \lambda_o)^2 + (\varphi_{V_{ш(3)}} - \varphi_o)^2}; (1)$$

2. де φ_o , λ_o – координати обсервованої точки; $\varphi_{V_{ш(3)}}$, $\lambda_{V_{ш(3)}}$ – координати наступної шляхової точки.

Крок 2. Використовуючи метод зсуву, виконаємо паралельне перенесення обсервованого вектора збурення. Знайдемо вектор зсуву між початковою та кінцевою точками вектора. Для цього віднімо координати початкової точки з координат кінцевої точки:

Вектор зсуву $S = (\text{Кінцева точка} - \text{Початкова точка})$

$$3. \quad S = (\lambda_{V_{C(1)}} - \lambda_o); (\varphi_{V_{C(1)}} - \varphi_o); (2)$$

Крок 4. Тепер додамо вектор зсуву до нової точки ($V_{ш(2)}$), з якої ми хочемо, щоб вектор виходив. Новий кінець вектора дорівнюватиме:

Новий кінець вектора = Нова точка + S

$$4. \quad V_{C(3)} = V_{ш(2)} + S \quad (3)$$

Знайдемо відстань між обсервованою точкою та точкою $V_{C(3)}$:

$$5. \quad V_{C(3)} = \sqrt{(\lambda_{V_{C(3)}} - \lambda_o)^2 + (\varphi_{V_{C(3)}} - \varphi_o)^2}; (4)$$

6. де $\varphi_{V_{C(3)}}$, $\lambda_{V_{C(3)}}$ – координати точки $V_{C(3)}$.

Крок 4. Розрахуємо внутрішні кути трикутника:

$$7. \quad \alpha = \arccos(V_{ш(2)}^2 + V_{C(2)}^2 - V_{3(2)}^2 / 2 \cdot V_{ш(2)} \cdot V_{C(2)})$$

$$8. \quad \beta = \arccos(V_{ш(2)}^2 + V_{3(2)}^2 - V_{C(2)}^2 / 2 \cdot V_{ш(2)} \cdot V_{3(2)}) \quad (5)$$

$$9. \quad \gamma = 180 - \beta - \alpha.$$

10. де α , β , γ – внутрішні кути трикутника $OV_{C(3)}V_{ш(3)}$.

11.

Крок 5. Розрахуємо істинний курс:

$$12. \quad K_{IK} = K_{ш} - \alpha \quad (6)$$

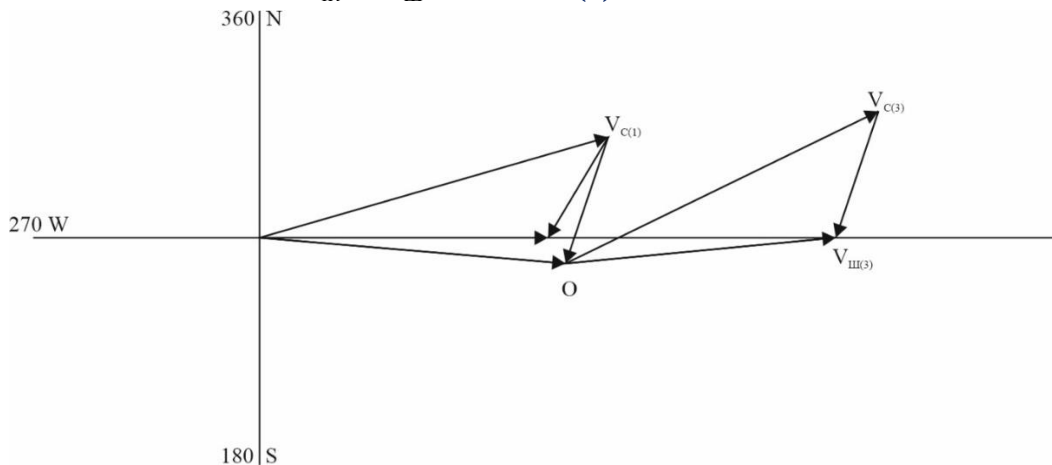


Рисунок 1. Графічне відображення процесу повернення матеріальної точки на лінію шляху

Запропонований метод коригування швидкості судна, заснований на векторному аналізі, демонструє значні переваги для забезпечення безпеки мореплавства. Він забезпечує високу точність обчислень завдяки чіткому векторному поданню всіх дієвих сил, включаючи вплив зовнішніх факторів, що дозволяє ефективно компенсувати знос суден. Метод включає зручні графічні побудови векторних трикутників та чіткі математичні розрахунки, що робить його доступним для судноводіїв різного рівня кваліфікації. Важливість коригування швидкості після обсервації підтверджується теоретичними засадами навігації та фізики руху, а також необхідністю врахування численних факторів, що впливають на рух судна.

Метод має високий потенціал для подальшого вдосконалення, зокрема через інтеграцію з новітніми технологіями, такими як штучний інтелект та автоматизація процесів навігації. Це забезпечить більш точне визначення навігаційних параметрів і зменшить ризики помилок у компенсації зносу. Крім того, його освітній потенціал робить його ідеальним інструментом для підготовки морських фахівців, сприяючи формуванню глибоких компетенцій у навігаційних розрахунках.

ЛІТЕРАТУРА

5. Dutch Safety Board. Container Ship Portunus Incident Report. The Hague, 2020.
6. MBSHIC. Final Sewol Ferry Disaster Report. Sejong, 2015.
7. MAIR. Investigation Report on Townsend Thoresen Incident. London, 1988. [9] MAIB. Baltic Ace/Cypress Collision Report. Southampton, 2010.
8. Maritime Injury Guide. Norwegian Dawn Allision Case Study. Houston, 2006.
9. BMPM. Prestige Oil Spill Final Report. Madrid, 2004.

УДК 656.61.052

АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ НА МОРСЬКОМУ ТА РІЧКОВОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ

Сінюта К.О., асистент

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Актуальність теми: Аналіз аварійності на морському та річковому транспорті України є важливим через зростання значущості цих видів транспорту для економіки країни. Аварійні морські події (АМП) мають серйозні наслідки як для людей, так і для навколишнього середовища та майна. Протягом 2006-2023 років спостерігається значна кількість аварій на водному транспорті, що вимагає постійної уваги до покращення заходів безпеки. Найбільш розповсюдженими причинами аварій залишаються організаційні та технічні недоліки, що підкреслює необхідність посилення контролю та вдосконалення систем управління безпекою судноплавства. Це питання особливо актуальне в умовах зростання міжнародних та внутрішніх перевезень, що підвищує навантаження на інфраструктуру та екіпажі суден. Поліпшення управління ризиками, ефективне технічне обслуговування та підготовка персоналу допоможуть знизити рівень аварійності та забезпечити стабільну й безпечну експлуатацію водного транспорту.

У період з 2006 по 2023 роки кількість аварійних подій на морському та річковому транспорті України значно коливалася. На морському транспорті найбільша кількість аварій зафіксована у 2010 році — 24 випадки. Найнижчий рівень аварійності на морі був у 2014 та 2015 роках, коли не сталося жодного випадку. Згодом, у 2022 році кількість аварій знову зросла до 18. На річковому транспорті спостерігалася схожа динаміка. У 2009 році не було жодної аварії, але вже у 2020-2021 роках кількість аварій досягла свого піку — 27 випадків у 2021 році. Така тенденція свідчить про непостійний характер аварійності, де певні роки відзначаються суттєвим збільшенням кількості аварій, що потребує постійного моніторингу та вдосконалення заходів безпеки.

Аналіз звітів за період з 2006 по 2023 роки показав кількість аварійних подій різних класів на морському транспорті України. Протягом цього періоду найбільша кількість дуже серйозних аварій була зафіксована у 2006 та 2011 роках — по 2 випадки, а в більшості інших років цей показник дорівнював нулю. Серйозні аварії досягли свого піку у 2010 році — 7 випадків, і спостерігалися зниження до одного або двох випадків у наступні роки. Морські інциденти мали найбільшу кількість у 2007 та 2020 роках — по 8 випадків. Інциденти траплялися нерегулярно, з найбільшими показниками у 2017 та 2023 роках — по 11 випадків.

У свою чергу, аналіз річних звітів за 2006-2023 роки щодо аварій на річковому транспорті, показав динаміку різних класів аварійних подій. Дуже серйозні аварії на річковому транспорті були досить рідкісними, однак у деякі роки, зокрема у 2018 та 2020 роках, спостерігалася по два таких випадки. Серйозні аварії найбільше траплялися у 2007 році — 5 випадків, а також у 2020 та 2021 роках, коли відбулося по 5 таких подій.

Щодо серйозних інцидентів, найбільше їх зафіксовано у 2021 році — 7 випадків, тоді як у деякі роки таких інцидентів взагалі не було (наприклад, у 2009 та 2014 роках). Кількість загальних інцидентів варіювалася значно — у 2021 році зафіксовано 14 випадків, що було найвищим показником за весь період.

Аналіз цих даних показав, що найпоширенішою подією для обох видів транспорту є інцидент, а найрідкіснішою — дуже серйозні аварії. Для повної картини розглянемо розподіл подій у часі за весь період.

На морському транспорті у 2022-2023 роках дуже серйозні аварії відсутні, тоді як на річковому в 2022 році трапилася одна. Інші класи АМП для обох видів транспорту тримаються на стабільно високому рівні.

Взаємне зближення трендів інцидентів, аварій і дуже серйозних аварій у певні періоди, наприклад, у 2020-2021 роках, свідчить про схожість цих процесів. Тренди повторюються від року до року з відмінностями лише у кількості подій кожного класу.

Це вказує на наявність тих самих чинників, що впливають на події, незалежно від року. Навіть у 2022-2023 роках суттєвих змін у загальній аварійності не спостерігається.

Далі буде детально розглянуто найскладніші класи АМП з графічним відображенням за 2006-2023 роки. Це буде реалізовано у випадку, якщо відповідні роки не мають нульового значення. Графіки рис. 1 і рис. 2 відповідно відображають динаміку цих аварійних подій для морського та річкового транспорту.

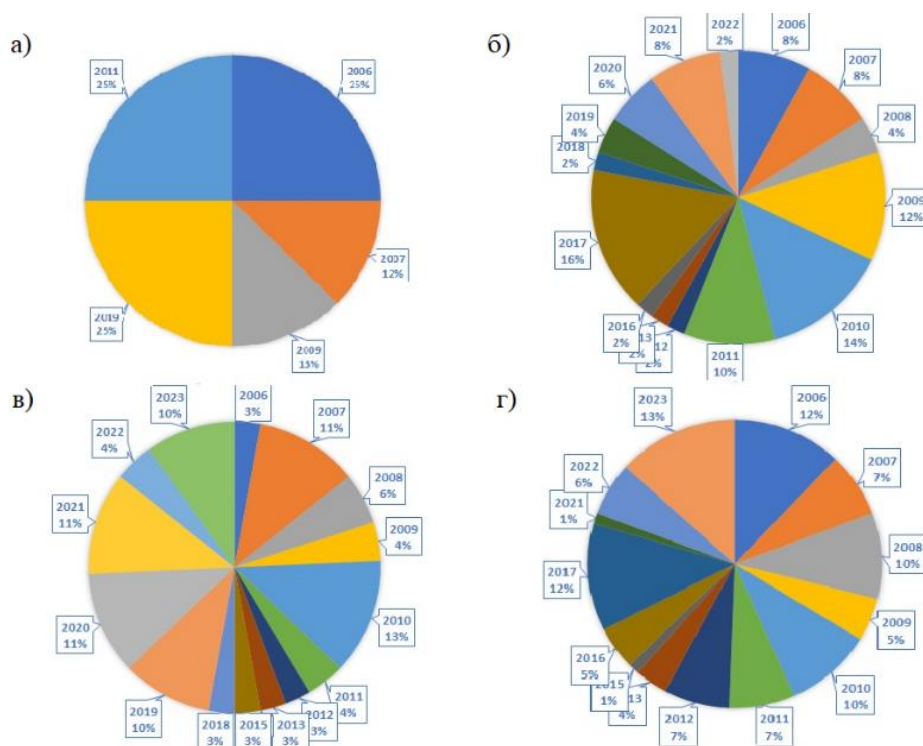


Рисунок 1. Відносний розподіл АМП у період 2006–2023 роках для морського транспорту: а) дуже серйозних аварій; б) серйозних аварій; в) морських (серйозних) інцидентів; г) інцидентів.

Сумарний аналіз причин аварій на водному транспорті України за період 2019-2023 років показав наступне:

- **Організаційні причини** становили 67 випадків (38%). Основними проблемами були порушення правил несення вахтової служби, техніки безпеки, бункерування та експлуатація незареєстрованих суден.
- **Технічні причини** призвели до 56 випадків (32%). Серед них: неналежне технічне обслуговування рульових і якірних пристроїв, відсутність контролю за двигунами та паливними системами.
- **Навігаційні причини** склали 48 випадків (27%), основними проблемами стали: потрапляння на мілину, зіткнення суден, порушення правил маневрування та пріоритету руху.
- **Психофізіологічні причини** були найменш поширеними — 5 випадків (3%). Випадки втрати свідомості, серцевих нападів та керування судном у нетверезому стані, хоч і рідкісні, але можуть мати серйозні наслідки.

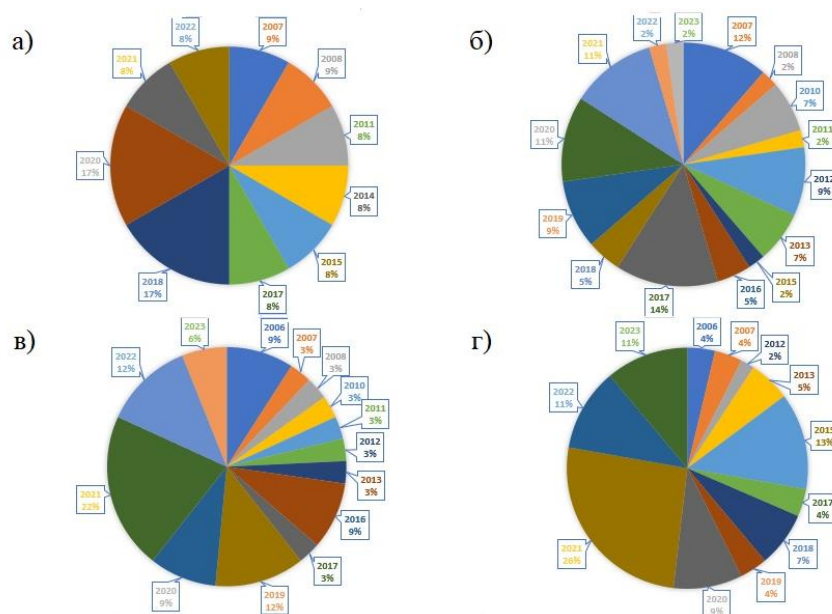


Рисунок 2. Відносний розподіл АМП у період 2006–2023 роках для річкового транспорту: а) дуже серйозних аварій; б) серйозних аварій; в) серйозних інцидентів; г) інцидентів.

Організаційні проблеми залишаються найпоширенішими, підкреслюючи потребу в посиленні контролю за дотриманням правил судноплавства. Технічні несправності також вимагають підвищеної уваги, зокрема до обслуговування суден. Підготовка екіпажу в навігаційних питаннях повинна стати пріоритетом, оскільки навігаційні помилки значно впливають на аварійність. Психофізіологічні фактори, хоч і рідкісні, потребують особливої уваги через їх потенційну небезпеку.

Результати дослідження вказують на необхідність посилення управління безпекою, зокрема з акцентом на покращення організаційних процесів та технічного обслуговування суден. Ефективні заходи включають більш суворе дотримання правил навігації, краще технічне обслуговування суден та контроль за станом здоров'я екіпажу для зменшення ризиків. Впровадження жорсткіших правил безпеки та систем моніторингу є важливими для зменшення аварійності.

ЛІТЕРАТУРА

1. The state of accident rate and safety of navigation on water transport in Ukraine (including abroad, but with Ukrainian vessels), including small (small) vessels for 2021 with an increasing total [Stan avariynosti ta bezpeky sudnoplavstva na vodnomu transporti v Ukrayini (u tomu chysli i za yiyi mezhamy, ale iz ukrayins'kymy sudnamy), vklyuchayuchy malomirni (mali) sudna za 2021 rik z narostayuchym pidsumkom]. Official website of the Maritime Administration of Ukraine. URL: https://data.gov.ua/dataset/cf069d00-9793-4974-9367-d39796282a59/resource/f9fa8a7c-74eb-4e62-ae62-7bcef5a02e/download/zvit_1pivrich_2021.pdf. (date of application: 01.12.2022)
2. Звіт «Стан безпеки судноплавства та аварійності на водному транспорті в Україні (у тому числі і за її межами, але із українськими суднами), включаючи маломірні (малі) судна, за січень – грудень 2023 року з наростаючим підсумком» [Електронний ресурс] // Державна служба морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України. - 2023. - Режим доступу: <https://marad.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/analiz-mk-6-avariynosti-za-4-kv-2023.pdf>
3. Звіт "Стан безпеки судноплавства та аварійності із суднами на морському та внутрішньому водному транспорті в Україні (у тому числі і за її межами, але із українськими суднами), включаючи маломірні (малі) судна, за 2022 рік з наростаючим

підсумком" [Електронний ресурс] // Державна служба морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України. - 2022. - Режим доступу: https://marad.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/Zvit_4_2022.pdf

УДК 629.5.028.722-025.12(045)

MOORING SYSTEM DESIGN PRINCIPLES

V. Synhaivskiy, student on group 1503, supervisor S. Smirnov, PhD, Associate Professor

National University "Odesa Maritime Academy" (Ukraine)

ABSTRACT

The mooring system is essential for maintaining the stability and safety of vessels when berthed or at anchorage, providing the necessary resistance to environmental forces such as wind, current, and waves. A robust mooring design is critical not only for the protection of assets and environmental conservation but also to minimize risks to personnel involved in mooring operations. This paper explores the key principles of mooring system design, focusing on the forces acting on a ship, selection of mooring components, and the arrangement and strength of mooring equipment. These factors ensure that a vessel can safely withstand standard environmental conditions as defined by international maritime regulations, such as the International Maritime Organization (IMO) and industry standards from the International Association of Classification Societies (IACS) and International Organization for Standardization (ISO).

Key words: mooring system, Mooring equipment, Mooring Equipment Strength, mooring lines.

Mooring System Design Principles

1. Forces Acting on the Ship

Mooring systems are designed to resist a variety of forces acting on a ship, which include:

Wind: Depending on the wind speed and angle, forces exerted on a ship can vary. A beam wind, acting perpendicularly, has a much greater impact compared to wind from directly ahead or astern. For instance, at a 50-knot wind, a ballasted 250,000 DWT tanker experiences a transverse force of approximately 300 tonnes, while the longitudinal force may only reach 60 tonnes.

Current: Currents, especially those with an angle off the longitudinal axis, impose significant transverse forces. Reduced under-keel clearance can further amplify these effects, making current forces more impactful.

Tides: Changes in water level due to tidal fluctuations affect the tension in mooring lines. These forces are crucial to consider for vessels operating in areas with strong tidal movements.

Interaction Forces: The presence of nearby vessels, ice, waves, and potential changes in draught during loading and discharging can contribute to varying force levels.

Table 1. Maximum longitudinal and transverse wind forces on a 250,000 DWT tanker, 5m trim, 50 knot wind

Mean Draught (Meters)	Astern (Tonnes)	Ahead (Tonnes)	Transverse (Tonnes)
6	47.8	68	303
7	47.2	66.7	283
8	46.7	65.3	263
9	46.1	63.9	244

Current forces on the ship must also be considered when evaluating a mooring arrangement. In general, the variability of current forces on a ship due to current velocity and direction follows a pattern similar to that for wind forces. Current forces are further complicated by the significant effect of under keel clearance. The majority of terminals are orientated more or less parallel to the current, thereby minimising current forces. Nevertheless, even a current with a small angle (such as 5 degrees) off the ship's longitudinal axis can create a large transverse force and must be taken into consideration.

2. Mooring Equipment and Arrangements

Once the forces acting on the ship have been calculated (using the standard environmental criteria), the ship designer, ship builder (if known at time of design/build) and the ship owner will need to decide what individual components of the mooring system to use to withstand these forces.

These components will comprise:

- Mooring equipment and arrangements.
- Mooring equipment strength.
- Mooring pattern.

While components will be discussed separately below, they are interlinked and must be considered jointly during the design phase of the ship. This will ensure the ship can both moor safely and achieve the design capacity to meet or exceed the requirements of the standard environmental criteria.

Early in the ship design process the selection and location of mooring equipment and their arrangement on the deck of the ship must be determined to ensure that the ship can moor safely alongside berths and meet the standard environmental criteria.

Areas that should be considered when designing mooring equipment and arrangements are outlined throughout this publication and take full account of the safety and exposure of personnel during mooring operations. They include:

- The need for sufficient deck space and equipment to enable effective oversight and supervision of operations, adequate lighting and avoidance of impairments that degrade communications capability, such as from machinery noise.
- The number, location and size of deck winches, mooring lines, bollards and fairleads to provide an effective, balanced mooring pattern.
- Industry requirements including applicable IMO regulations, recognised industry standards (e.g. IACS, ISO) and associated industry guidance and recommendations as they apply to mooring and towing equipment.
- The application of human factors in the design to ensure crews are not exposed to avoidable risks during mooring operations.

If a ship operator requests enhanced flexibility with ship mooring, which may be outside a standard mooring arrangement, the following may also be considered:

- Residual capacity to ensure the ship can berth, or remain berthed, in the event of unscheduled occurrences such as winches being out of service.
- Lines unable to be deployed from optimal locations due to incompatibility with berth facilities.
- Equipment redundancy, including critical equipment and spares.
- Other influencing factors, such as locations with peculiar environmental operating parameters, e.g.:
 - Exposed locations.
 - Operating envelope limits of loading arms at berth.
 - Extraordinary strong tide, current or other phenomena (tidal bore)

3. Mooring Equipment Strength

Equipment strength is a critical factor in mooring design, directly influenced by the Maximum Breaking Load (MBL) of the mooring lines. Key principles include:

- Minimum Breaking Load (MBL): Calculated based on standard environmental criteria, MBL defines the load each mooring line should withstand.
- Working Load Limit (WLL) and Safe Working Load (SWL): Equipment such as winches and bollards must have an SWL equal to or exceeding the MBL of the mooring lines. This ensures that if mooring lines experience high stress, the equipment itself will not fail before the line.
- Redundancy: In cases of extreme environmental conditions, mooring systems may incorporate redundant features or materials to safeguard against unexpected loads.

	Fitting	% ship design MBL	
		Max LDBF	105 LDBF= 100-105% ship design MBL
Increased loading on line leading to increased rate of damage and increased risk of loads exceeding residual strength	Ship design MBL	100	
		80	Designed brake max holding load (ISO)
		75	Residual strength – OCIMF recommended retirement of mooring lines
		60	Operational brake holding load
Working loads are within maximum expected values for anticipated environmental conditions	Mooring line	55 wire	At nominal heaving speed winch motor rendering (max stall) load (50% ship design MBL) (ISO)
		50 synthetics	
		33	Winch motor – pull – between 22-33% at nominal heaving speed (ISO)
Typical operational range	WLL (50-55%)	22	
		0	

Figure 1. Illustration of operational and limiting values for mooring lines.

Conclusion

Designing an effective mooring system requires careful consideration of environmental forces, equipment layout, and equipment strength. Balancing these factors is essential to ensure safe berthing operations under various conditions while protecting assets and personnel. The integration of advanced modeling and simulations allows designers to optimize mooring arrangements to accommodate fluctuating forces. Ultimately, adherence to regulatory standards and incorporation of redundancy in critical components enhance the resilience and functionality of mooring systems.

REFERENCES

- International Maritime Organization (IMO). Guidelines for Safe Mooring Operations. IMO Publishing, 2021.
- International Association of Classification Societies (IACS). Mooring Equipment Guidelines (MEG-4). IACS Publications, 2018.
- International Organization for Standardization (ISO). Mooring Winches and Towing Equipment for Ships and Offshore Units. ISO Standards, 2019.
- Chakrabarti, Subrata Kumar. Handbook of Offshore Engineering. Elsevier, 2005.

СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СУДНОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ У СКЛАДНИХ УМОВАХ АТМОСФЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА

Слободяник Д.Р., курсант гр. 1205, керівник **Корбан Д.В.**, к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Зростання чисельності суден світового торгового флоту, їх якісне оновлення, експлуатація в різних несприятливих умовах зовнішнього середовища, передбачає розвиток і вдосконалення суднових радіолокаційних комплексів, реалізацію в них нових навігаційних можливостей, які мають забезпечувати навігаційну безпеку. Проблеми підвищення навігаційної безпеки в складних атмосферних умовах викликані недостатньою ефективністю сучасних суднових радіолокаційних комплексів, особливо при спостереженні навігаційних об'єктів на тлі атмосферних перешкод. Прагнення до поліпшення експлуатаційних показників суднових радіолокаційних комплексів лежить в основі експлуатаційних вимог до навігаційного радіолокаційного обладнання високошвидкісних суден [1-6]. Таким чином можливо сформулювати актуальну науково-технічну проблему у галузі розвитку суднових радіолокаційних навігаційних систем, радіолокаційних технологій і їх відповідної структури: дослідження та розроблення методів вдосконалення інформаційних і експлуатаційних характеристик суднових радіолокаційних комплексів, які б забезпечували підвищення ефективності їх функціонування у складних умовах атмосферного середовища, шляхом встановлення закономірностей змінювання радіолокаційних параметрів електромагнітної хвилі та впровадження методів і радіолокаційних засобів поляризаційної селекції навігаційних об'єктів, що знаходяться на тлі атмосферних завад у процесі їх радіолокаційного виявлення та спостереження судновим радіолокаційним поляризаційним комплексом (СРПК).

Актуальність теми. Судновий радіолокаційний поляризаційний комплекс є результат певного періоду в його розвитку і він задає початок протікання наступного періоду розвитку. Дослідження та моделювання методів та засобів підвищення ефективності функціонування судового радіолокаційного комплексу обмежені вирішенням задач узгодження зовнішніх протиріч: забезпеченням певної зони радіолокаційного огляду; отриманням більш повної інформації щодо об'єкту радіолокаційного спостереження; завадостійкості функціонування в умовах атмосферних завад; необхідністю поляризаційного оброблення сигналів; відсутністю використання методів поляризаційної селекції; необхідністю при вирішенні задачі виявлення, під якою розуміється селекція об'єктів на тлі атмосферних завад, використання накопиченого тезауруса; обґрунтуванням поляризаційного критерія вибору рішень у задачі покращення розрізнення навігаційного об'єкта від атмосферного утворення з урахуванням ситуаційних факторів довкілля; затребування відсутності енергетичних втрат електромагнітної хвилі при забезпеченні виявлення структури і властивостей об'єкта радіолокаційного моніторингу з необхідною для екіпажу судна повнотою; відсутністю формалізованих поляризаційних моделей взаємозв'язку поляризаційних параметрів електромагнітної хвилі з фізичними процесами радіолокаційного каналу; розробленням технології реалізації поляризаційної селекції навігаційних об'єктів судового радіолокаційного поляризаційного комплексу.

Постановка задачі. Поляризаційні властивості електромагнітної хвилі, в яких міститься інформація про об'єкт радіолокаційного спостереження, проявляються при її взаємодії з об'єктом, геометричні і електрофізичні властивості якого змінюють поляризацію відбитої хвилі. Навігаційний об'єкт і атмосферне утворення мають різну геометричну структуру, а їх електрофізичні параметри будуть відображати електромагнітні хвилі різної

поляризації при їх опроміненні хвилею певної поляризації, що створює основу поляризаційної селекції їх сигналів. Технічну основу методів поляризаційної селекції сигналів навігаційних об'єктів представляє залежність енергетичних характеристик приймально-передаючих антен від поляризаційного стану електромагнітних хвиль та від використання схем поляризаційної селекції. Проте, в суднових радіолокаційних комплексах методи поляризаційної селекції до теперішнього часу не використовуються. Це веде до енергетичних втрат в відбитої від навігаційного об'єкту хвилі та зниженню можливості розпізнавання луна-сигналів навігаційних об'єктів на тлі луна-сигналів атмосферних утворень. Розв'язання цієї проблеми є актуальною та необхідною умовою забезпечення безпеки судноводіння у складних умовах атмосферного середовища.

Побудова експериментального СРПК нерозривно пов'язана з розвитком, під яким розуміють кількісну і якісну зміну його структури, що полягає в приймальності змін і розробленні нового. При цьому використовується спосіб вивчення властивостей "від частини до цілого", від дослідження пристроїв і вузлів до визначення функцій СРПК. Збільшення його функціональних можливостей полягає в розширенні реалізованих функцій і в переході до поляризаційного режиму з виявлення навігаційних об'єктів, що перебувають у зоні атмосферних утворень. При цьому критерієм функціонування СРПК є ефективність радіолокаційного розв'язання задач поляризаційної селекції навігаційних об'єктів. Процес удосконалення СРПК передбачає зміну функцій окремих елементів системи, а концепція нерозривного зв'язку та єдності принципів системності та розвитку є центральною. Під час розвитку СРПК накопичується тезаурус, що відповідає інформації, яка забезпечує самовідображення системи та накопичення його відомостей про зовнішнє середовище.

У структурі СРПК визначається характер зв'язків і відносин між елементами, як єдиного цілого, а перебудова структури містить зміну складу та функціональної взаємодії його частин залежно від виконання завдання поляризаційної селекції навігаційних об'єктів, що перебувають у зоні атмосферного утворення. СРПК має відповідати вдосконаленню функцій отримання радіолокаційної інформації про об'єкти радіолокаційного спостереження. Тому, крім традиційних функцій отримання кількісної інформації про рух навігаційних об'єктів, СРПК необхідно здійснювати їх поляризаційну селекцію на тлі атмосферних утворень, оскільки поляризаційні характеристики електромагнітної хвилі є надійним інформаційним параметром про навігаційні об'єкти.

Поляризаційна селекція ґрунтується на використанні елементів матриці когерентності, ступеня поляризації луна-сигналів об'єктів, які спостерігаються СРПК, елементах енергетичної матриці розсіювання об'єктів, а також статистичних параметрів Стокса луна-сигналів об'єктів, що спостерігаються.

Практичне застосування поляризаційних параметрів електромагнітної хвилі пов'язане з використанням елементів і пристроїв, які дають змогу СРПК випромінювати електромагнітні хвилі певних поляризацій, а також неполяризовану хвилю й аналізувати поляризаційні параметри луна-сигналів навігаційного об'єкта й атмосферного утворення.

В основу поляризаційних методів, що реалізуються в СРПК, покладено взаємозв'язок поляризаційної структури електромагнітного поля як на випромінювання, так і на приймання, із визначеними поляризаційними параметрами на виході та вході всеполяризованої антени СРПК, а також на виході систем оброблення радіолокаційної інформації.

Якщо на випромінювання використовується електромагнітна хвиля певної поляризації (лінійної, кругової, еліптичної або неполяризованої хвилі), то на вхід всеполяризованої антени в режимі приймання надходить відбита від об'єктів частково поляризована хвиля, аналіз поляризаційних параметрів якої дає змогу використовувати поляризаційні методи селекції

навігаційних об'єктів, які перебувають у складних атмосферних умовах середовища на шляху судна.

У зв'язку з тим, що традиційні методи представлення поляризації електромагнітної хвилі за допомогою параметрів поляризаційного еліпса виявляються в практичних додатках незручними, у СРПК перевагу надано параметричним методам аналізу поляризаційної структури електромагнітної хвилі як на випромінювання, так і на приймання. Висновок про параметри частково поляризованого поля роблять за середніми в часі значеннями поляризаційних параметрів Стокса, пов'язаних лінійними залежностями з елементами поляризаційних матриць.

У СРПК аналіз поляризації луна-сигналів частково поляризованої хвилі, що надходить на вхід всеполяризованої антени, здійснюється за двома ортогональними компонентами, кожна з яких перетворюється і посилюється в окремому лінійному каналі. Використовується всеполяризована антена з регульованими поляризаційними параметрами електромагнітної хвилі на випромінювання. Антенна система СРПК дає змогу послідовно випромінювати електромагнітні хвилі чотирьох фіксованих поляризацій (три лінійні, одна кругова, а також неполяризовану хвилю). Для підвищення перешкодозахищеності, надійності та безпеки транспортних перевезень СРПК забезпечує селекцію луна-сигналів навігаційних об'єктів під час одночасного здійснення кількох функцій із певною динамікою їхньої зміни. Для цього в структурі СРПК застосовуються пристрої, які реалізують подібні функції, і кожне з них відповідає окремому каналу оброблення отриманої інформації, що дає змогу оцінювати навколишнє середовище й керування рухом судна з урахуванням даних СРПК за наявності складних умов атмосферного середовища. СРПК, функціонуючи в складному атмосферному середовищі, забезпечує одержання повнішої інформації про навігаційний об'єкт, що перебуває в зоні атмосферних утворень. У разі використання на випромінювання неполяризованої хвилі та вимірювання її луна-сигналів від об'єктів радіолокаційного спостереження, у пристроях оброблення застосовуються лінії затримки для накопичення прийнятої інформації.

Практичне використання поляризаційних ефектів для підвищення ефективності функціонування СРПК за рахунок збільшення їхнього енергетичного потенціалу, а також для розв'язання задач поляризаційної селекції навігаційних об'єктів, що перебувають у складних умовах атмосферного середовища, пов'язане з необхідністю застосовувати в СРПК елементи та пристрої, які дають змогу випромінювати електромагнітні хвилі з певною фіксованою поляризацією та аналізувати поляризаційні параметри луна-сигналів, спостережуваних об'єктів. СРПК з поляризаційною селекцією луна-сигналів у загальному випадку частково поляризованої хвилі відрізняються від існуючих суднових РЛС наявністю в антенно-хвильоводному тракту спеціальних високочастотних елементів, призначених для певного перетворення поляризаційних параметрів випромінюваних і прийнятих радіолокаційних сигналів.

Висновки.

1 Показано, що проблеми підвищення навігаційної безпеки в складних атмосферних умовах викликані недостатньою ефективністю сучасних суднових радіолокаційних комплексів, особливо при спостереженні навігаційних об'єктів на тлі атмосферних перешкод.

2 Сформульована актуальна науково-технічна проблема у галузі розвитку суднових радіолокаційних навігаційних систем, радіолокаційних технологій і їх відповідних структур.

3 Встановлено, що для підвищення ефективності функціонування суднового радіолокаційного комплексу необхідно використовувати поляризаційне оброблення радіолокаційних сигналів та використовувати методи поляризаційної селекції при вирішенні задачі виявлення навігаційних об'єктів на тлі атмосферних завад.

ЛІТЕРАТУРА

1. Климченко В.И. Структура приемо-передающего тракта защищенного от пассивных помех радиолокатора с низкостабильными генераторными приборами / В.И. Климченко, А.В. Очуренко // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НУ, 2008. – № 1(5). – С. 59-64.
2. Koordinatnykh i polarizatsionnykh parametrov radiolokatsionnykh obektiv [Joint estimation of coordinate and polarization parameters of radar objects]. Izv. TulGU. Ser. Tekhnicheskije nauki, 2016. Vol. 2. Pp. 3-14.
3. Koshevoi V. M. Utilization of ultra-wideband equipment for marine radar tasks / V. M. Koshevoi, A. A. Shevchenko // Shipbuilding: Collection of scientific works / NU "OMA". Issue 28. Odesa: VydavInform, 2018. P. 78-87.
4. Akinshin N. S. Model of matrix mutual correlation function of sounding and reflected vector signals for the conceptual design of airborne synthetic aperture radar / N.S. Akinshin, O. V. Esikov, D. A. Zatuchny, A. V. Peteshov // Scientific Bulletin of MSTU GA, 2019. Vol.22, №02. Pp. 86-95.
5. Richard Klemm, Ulrich Nickel, Christoph Gierull, Pierfrancesco Lombardo, Hugh Griffiths, Wolfgang Koch [Novel Radar Techniques and Applications Volume 1: Real Aperture Array Radar, Imaging Radar, and Passive and Multistatic Radar](#), Institution of Engineering & Technology, 2017. 951 p. ISBN: 9781613532256.
6. Richard Klemm, Ulrich Nickel, Christoph Gierull, Pierfrancesco Lombardo, Hugh Griffiths, Wolfgang Koch [Novel Radar Techniques and Applications Volume 2: Waveform Diversity and Cognitive Radar, and Target Tracking and Data Fusion](#), SciTech Publishing, 2017. 553 p. ISBN: 9781613532263.

УДК 629.5.031

АВАРІЙНІ СИТУАЦІЇ СУДЕН ЗА 2023-2024 РОКИ

Тірон С.В., курсант гр. 1203, керівник Матвєєв М.Д., викладач

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. В цій доповіді розповідається про аварію Вантажного судна XIN HAI ZHOU 2 (Рисунок 1), яке дрейфувало на захід від острова Ісігакі (місто Ісігакі, префектура Окінава) з метою корекції часу. Однак через вітер та хвилі його почало зносити. Судно запустило головний двигун та почало рух, але продовжувало втрачати керованість, оскільки не змогло досягти достатньої тяги та ефективного впливу стерна. У результаті судно XIN HAI ZHOU 2 сіло на мілину на мілководному рифі на північному заході острова Такетомі (Рисунок 2). Пізніше корпус судна **розламався навпіл у центральній частині трюма №3** (Рисунок 3)



Рисунок 1 Вантажне судно XIN HAI ZHOU 2



Рисунок 2 Судно сіло на мілину



Рисунок 3 Судно розламалося навпіл

Попередження про шторм: Попередження про шторм було видано для моря на південь від Окінави та південної частини Східно-Китайського моря о 05:35 23 січня, а попередження про сильний вітер та попередження про високу хвилю — для міста Ісігакі та містечка Такетомі о 16:33 23 січня. Попередження про високу хвилю було змінено на попередження про небезпечне хвилювання о 07:58 24 січня і залишалося чинним до моменту аварії. Період дії попередження про небезпечне хвилювання розпочався о 12:00 24 січня.

Зміст попередження про шторм для моря на південь від Окінави та південної частини Східно-Китайського моря, яке оголосила Окінавська метеорологічна обсерваторія о 23:40 23 січня:

У морі на південь від Окінави північні вітри, ймовірно, поступово посиляться, досягнувши 35 вузлів (18 метрів за секунду) до 03:00 24 січня та 45 вузлів (23 метри за секунду) до 09:00 24 січня.

У південній частині Східно-Китайського моря очікується сильний північний вітер, який сягне 30 вузлів (15 метрів за секунду) і досягне 45 вузлів (23 метри за секунду) до 15:00 24 січня.

Ісігакійська місцева метеорологічна обсерваторія видала наступні прогнози щодо високих хвиль та сильного вітру для району Ісігакі о 05:02 24 січня:

Високі хвилі: прибережні води регіону Яеяма зазнають небезпечного хвилювання з великими хвилями та прибійними хвилями, які значно посиляться з вечора 24 січня до світанку 25 січня. Будьте обережні щодо високих хвиль як у відкритому морі, так і поблизу узбережжя.

Очікувана висота хвиль на 24 січня: Район Ісігакі: 6 метрів з прибійними хвилями

Сильний вітер: дуже сильні північні вітри очікуються з полудня 24 січня в районі Ісігакі та з ранку 24 січня в районі острова Йонагуні. Сильний вітер на суші та на морі триватиме до світанку 25 січня.

Пікові пориви вітру (максимальна миттєва швидкість вітру) на 24 січня: Район Ісігакі: північний вітер 20 м/с (пориви до 30 м/с).

Згідно з аналізом прибережних хвиль, значна висота хвиль у морській зоні поблизу місця аварії становила менше 2 метрів о 21:00 23 січня і приблизно 2–3 метри о 09:00 24 січня.

Спостереження за хвилями в пункті спостереження "Ісігакі-ко" в рамках Національної мережі інформації про хвилі для портів та гаваней (NOWPHAS), розташованого приблизно за 3 морські милі (М) на схід від місця аварії, наведено в Таблиці 1.

Таблиця 1. Спостереження за хвилями (Ісігакі-ко, 24 січня)

Час	Значна висота хвилі	Значний період хвилі	Напрямок хвиль
03:00	0,75 м	4,9 сек	ПнПнЗ
06:00	1,15 м	5,0 сек	ПнПнЗ
09:00	1,56 м	5,3 сек	ПнПнЗ
09:20	1,87 м	5,9 сек	ПнЗ

Згідно з локальною метеорологічною системою спостереження (AMeDAS) поблизу місця аварії, дані про напрямок та швидкість вітру були такими:

О 00:00 24 січня швидкість вітру на островах Ісігакі, Іріомоте та Йонагуні була меншою за 10 м/с.

Однак о 03:00 на метеорологічній станції Токороно на острові Йонагуні (приблизно за 59 М на захід від місця аварії) був зафіксований північний вітер зі швидкістю 15 м/с.

Згодом вітер посилювався на островах Іріомоте та Ісігакі: о 09:00 на метеорологічній станції Ісігакі, розташований приблизно за 6,8 М на схід-південний схід від місця аварії, швидкість вітру становила 13 м/с.

Передумови та хронологія подій

8 січня 2023 судно XIN HAI ZHOU 2 завантажило 9240 тонн пальмових ядерних оболонок (PKS) у порту Думаї, Індонезія, та вирушило в порт Цу Мацузака, префектура Міє. Плановане прибуття було заплановано на 24 січня. Осадка судна становила 6,88 метра на носі та 7,40 метра на кормі.

15 січня судно потрапило в шторм у Південнокитайському морі. Швидкість вітру досягала 20,8–32,6 м/с (сила 9-11), а висота хвиль сягала 4-6 метрів.

17 січня судно було змушене дрейфувати біля західного узбережжя острова Лусон, Філіппіни, через несприятливі погодні умови.

18 січня судно відновило рух, однак сильний зустрічний вітер не дозволяв йому набрати достатню швидкість. Навіть при роботі головного двигуна на повний вперед судно рухалося лише зі швидкістю 2-3 вузли.

19 січня виникли проблеми з підвищенням температури вихлопних газів у циліндрах №7 і №8, що змусило екіпаж зупинити головний двигун та продовжити дрейф.

20 січня було проведено огляд і ремонт двигуна, однак несправностей виявлено не було. Для забезпечення стабільної роботи замість низькосірчастого палива (LSFO) перейшли на використання дизельного палива (MDO).

21 січня судно продовжило плавання на новому паливі, що дозволило стабілізувати роботу головного двигуна.

22 січня капітан обговорив із судовласником зміни у розкладі, оскільки судно відставало від графіка й потребувало заміни екіпажу. Було прийнято рішення зайти в порт Ісігакі для заміни екіпажу між 24 та 26 січня.

24 січня о 14:00 судно зайшло в карантинний якірний район порту Ісігакі, але для коригування часу вирушило у дрейф приблизно за 3 милі від узбережжя острова Іріомоте зі швидкістю 3-4 вузли. Приблизно о 03:00 того ж дня головний двигун був зупинений, і судно почало дрейфувати за 5 миль на північний захід від маяка Огандзакі, з курсом на схід-північний схід.

Під час дрейфу офіцер вахти спостерігав за умовами погоди та помітив посилення вітру і хвиль. Близько 06:00 він наказав інженеру на вахті підготувати головний двигун до запуску й викликав капітана на місток.

О 06:30 капітан прибув на місток і взяв управління на себе. Він наказав збільшити оберти двигуна поступово, від "дуже малий вперед" до "половина вперед" (480 об/хв). Судно, отримуючи удари сильного північного вітру, не змогло змінити курс на північ і продовжувало дрейфувати на південь зі швидкістю 1-2 вузли.

Коли відстань до рифу зменшилася до 0,4 милі, капітан вирішив використати якір для маневрування та наказав віддати лівий якір. О 08:50 було випущено 5 смуг якорного ланцюга (137,5 метрів). Судно тимчасово змінило курс на північний захід, але не змогло розвинути достатню швидкість і продовжило відносно неконтрольований дрейф.

О 09:00 судно отримало попередження від патрульного корабля берегової охорони Японії про небезпеку наближення до рифу. О 09:05 капітан повідомив берегову охорону про слабку потужність двигуна та запросив буксир, однак агент судна повідомив, що буксири наразі недоступні.

О 09:20 судно сіло на мілину біля рифу. Капітан наказав зупинити двигун та генератори й перекрити всі клапани в машинному відділенні. Було виявлено затоплення баластної цистерни №3 з лівого борту і проникнення води в машинне відділення, що спричинило крен на лівий борт на 5°. Капітан прийняв рішення евакуювати екіпаж.

О 09:35 капітан звернувся до берегової охорони з проханням про евакуацію. Усі 19 членів екіпажу зібралися на кормовій палубі, одягнули рятувальні жилети та чекали на порятунок. Екіпаж був евакуйований гелікоптером берегової охорони, останнім покинув судно капітан. О 13:07 судно стало безлюдним.

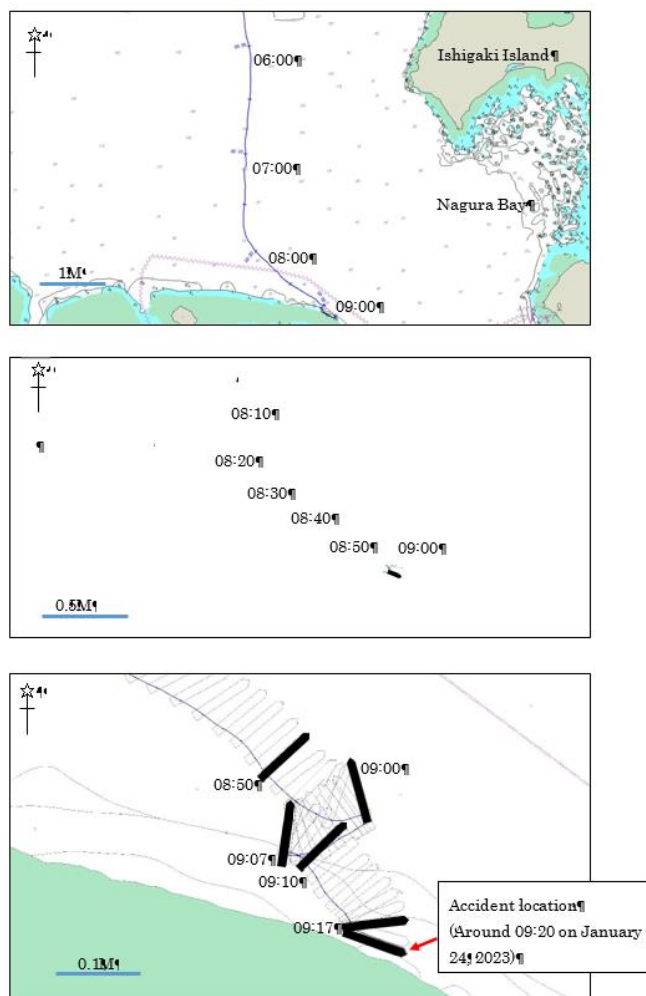


Рисунок 4 Орієнтовний маршрут навігації

25 січня всі члени екіпажу були доставлені до порту Ісігакі.

Подальші події та наслідки аварії

Після аварії було розпочато роботи з видалення палива та інших небезпечних речовин, які тривали до 19 лютого. Судно залишалося на рифі з пошкодженим корпусом. 13 липня розпочалися роботи з видалення корпусу та вантажу, однак через наближення тайфуну №6 (Khanun) 4 серпня корпус судна розламався на дві частини в районі трюму №3. Увесь вантаж потрапив у море, а кормова частина корпусу перекинулася під кутом 65° на лівий борт.

Роботи з очищення території тривали, однак через розлам корпусу та зміни у плані робіт завершення операції було відкладено до лютого 2024 року.

Ймовірні причини

Аварія, ймовірно, сталася в умовах, коли було оголошено штормове попередження для моря на південь від Окінави та в південній частині Східно-Китайського моря, а також попередження про сильні вітри та високі хвилі для міст Іссіхакі та Такетомі. Судно дрейфувало західніше від острова Іссіхакі, отримуючи північний вітер і хвилі з лівого борту, що штовхали його на південь. Воно продовжувало дрейфувати, незважаючи на посилення вітру і хвиль, поки відстань до мілководного рифу не зменшилася до приблизно 3 морських миль. Після цього Судно активувало основний двигун і спробувало рухатися на північ, але не змогло отримати достатню тягу та ефект керма для подолання зовнішніх сил, залишаючись у неконтрольованому стані та врешті-решт сівши на риф.

Досить імовірно, що Судно не змогло забезпечити необхідну тягу та ефективність керма після запуску основного двигуна, оскільки Капітан продовжував використовувати його на половинному режимі, не застосувавши максимально можливий вихід, в результаті чого потужність двигуна становила близько 40% від максимальної потужності (MCR).

Заходи безпеки

Після інциденту компанія GRAND VOYAGE MARINE CO., LTD., що управляє судном, вирішила вжити заходів для запобігання аваріям, зокрема: підготовки детальних планів проходження для штормових умов, проведення відповідних оцінок ризиків перед зустріччю з бурєю, отримання останньої інформації про погоду та інші обставини, утримання основного двигуна в режимі очікування під час якірування або дрейфу в штормову погоду, а також повного розуміння маневреності та продуктивності двигуна. Компанія також має намір зміцнити внутрішній моніторинг та підтримку свого флоту під час штормових умов, а також покращити навчання та підготовку екіпажу.

Наступні заходи можуть бути реалізовані для запобігання повторенню та зменшення шкоди від подібних інцидентів:

У разі зміни плану проходження капітан судна повинен отримати останні дані та інформацію про змінену мету і погодні умови від компанії-управителя або місцевого агента.

Капітан має проводити прогнозування погоди на основі комплексної оцінки з декількох джерел інформації, включаючи прогнози від місцевих метеорологічних служб. Коли прогнозується погіршення погодних умов, а в порту доступна безпечніша якірна стоянка, капітан повинен координувати дії з агентом судна або іншою зацікавленою стороною для дозволу на достроковий вхід у порт. Якщо придатного місця для укриття немає, капітан повинен розглянути можливість переміщення в безпечні води подалі від берега і використання основного двигуна для повороту носа в сторону вітру або для маневру "heave to".

Під час дрейфу капітан повинен вибрати місце для дрейфу, яке не має мілин або інших подібних перешкод в напрямку вітру, що підходить для прогнозованих погодних та морських умов, а також географічних умов.

Капітан повинен заздалегідь підтвердити можливість організації буксира на випадок, якщо управління судном стане складним. Якщо є намір скористатися буксиром, капітан повинен заздалегідь подати запит.

Під час дрейфу капітан повинен дати чіткі вказівки офіцеру ваhti щодо моніторингу та підтримання позиції судна та уточнити, які питання слід повідомляти капітану стосовно змін у погоді та морських умовах, а також терміни таких повідомлень, щоб переміщення в безпечну зону було завершено якомога швидше до збільшення небезпеки наближення до мілини тощо.

Капітан та офіцери повинні, спираючись на повне розуміння маневреності судна та продуктивності двигуна, експлуатувати основний двигун в діапазоні, що відповідає його максимально доступному виходу, щоб забезпечити достатню тягу для швидкого переміщення в безпечну зону у разі зустрічі зі штормовою погодою.

Капітан повинен ділитися інформацією про статус експлуатації судна, використання основного двигуна та інші питання між містком і машинним відділенням, а також встановити робоче середовище, що дозволяє отримувати поради щодо використання основного двигуна не лише від членів екіпажу на містку, але й від тих, хто працює в машинному відділенні.

Рекомендації з безпеки

У зв'язку з результатами розслідування цього інциденту Японська транспортна безпека рада рекомендує всім судновласникам та управлінським компаніям, а також відповідним морським адміністраціям вжити такі заходи для запобігання повторенню подібних аварій і зменшення шкоди:

1. Усі компанії повинні забезпечити постійний та належний моніторинг та підтримку своїх суден під час зустрічі зі штормовою погодою, а також впроваджувати навчання і підготовку для капітанів та інших членів екіпажу відповідно до заходів безпеки, встановлених після аварійних ситуацій.
2. Відповідні морські адміністрації повинні зобов'язати судновласників і управлінські компанії забезпечити належне та безперервне виконання запобіжних заходів, щоб гарантувати безпеку судноплавства.
3. Усі судновласники повинні забезпечити проведення регулярних перевірок та оцінок ризиків, щоб виявити потенційні небезпеки та вжити заходів для їх усунення.
4. Рекомендується розробити детальні плани проходження для штормової погоди, а також забезпечити доступ до актуальної метеорологічної інформації, щоб капітани могли приймати обґрунтовані рішення під час навігації.
5. У разі зміни курсу або плану проходження капітан повинен отримати найсвіжішу інформацію про погоду та морські умови від компанії з управління судном або місцевих агентів.
6. Компанії повинні навчити своїх екіпажів ефективно взаємодіяти між містком і машинним відділенням для покращення комунікації про стан судна та використання основного двигуна.
7. Капітани повинні мати чіткі інструкції для офіцерів вахти щодо моніторингу та підтримки позиції судна під час дрейфу, а також про те, які зміни в погоді і морських умовах потрібно доповідати.

Висновок

Розслідування інциденту з судном XIN HAI ZHOU 2 підкреслює важливість дотримання стандартів безпеки та ефективних управлінських практик для всіх морських суден, незалежно від їх типу або регіону експлуатації. Визначення основних факторів, що призвели до аварії, дозволяє сформулювати рекомендації, які можуть бути корисними для усіх компаній, що управляють суднами.

Основні проблеми які потребують вдосконалення

Недостатня підготовка до екстремальних погодних умов
Багато суден продовжують операції без адекватної оцінки погодних умов, що створює ризики для судна і екіпажу. Необхідно розробити детальні плани проходження для штормових умов та здійснювати регулярні оцінки ризиків.

Неправильна комунікація між екіпажем
Важливо забезпечити ефективний обмін інформацією між містком і машинним відділенням. Відсутність чітких інструкцій і повідомлень може призвести до затримок у реагуванні на небезпечні ситуації.

Ефективність використання двигуна
Використання двигуна на недостатній потужності під час критичних ситуацій не дозволяє забезпечити адекватне маневрування судна. Екіпажі повинні бути навчені використовувати максимальну потужність двигуна в умовах екстремального впливу.

Заключна рекомендація, для запобігання подібних випадків

Регулярна підготовка екіпажу Компанії повинні забезпечити навчання екіпажів, яке включає розробку планів проходження для складних погодних умов, регулярні тренування і оцінку ризиків.

Моніторинг погодних умов Судна повинні активно отримувати та аналізувати актуальні дані про погодні умови з надійних джерел, включаючи місцеві метеорологічні служби. Це дозволить уникнути небезпечних ситуацій.

Зміцнення внутрішньої комунікації Впровадження чітких процедур для обміну інформацією між членами екіпажу є критично важливим. Капітани повинні забезпечити, щоб офіцери вахти мали чіткі вказівки щодо моніторингу та підтримки позиції судна.

Планування використання тяглових засобів Судновласники повинні заздалегідь оцінювати можливість залучення буксирів у випадку, якщо контроль над судном ускладниться, та запитувати їх з достатнім запасом часу.

Забезпечення безпеки на морі вимагає комплексного підходу, що включає підготовку, навчання, ефективну комунікацію та належне використання технічних засобів. Всі компанії, що управляють суднами, повинні впроваджувати ці рекомендації, щоб зменшити ризики аварій і захистити життя, майно та навколишнє середовище. Сприяння культурі безпеки на всіх рівнях управління є запорукою надійної роботи судноплавства в сучасних умовах.

Кінцева думка

Морська індустрія повинна ставити безпеку на перше місце, оскільки це не лише обов'язок перед екіпажем і судном, а й важливий внесок у загальну стабільність та екологічну цілісність світових морських шляхів. Лише спільними зусиллями можна створити надійне та безпечне середовище для судноплавства, яке відповідатиме викликам сучасності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конвенція про Міжнародні правила запобігання зіткненню суден на морі 1972 року.
https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_137#Text
2. Міжнародна конвенція про охорону людського життя на морі 1974 року (СОЛАС-74)
https://library.arcticportal.org/1696/1/SOLAS_consolidated_edition2004.pdf
3. «Морський звіт інциденту на морі»
https://www.mlit.go.jp/jtsb/engmar_report/2024/2023tk0001e.pdf
4. О.М. Товстокорій, Л.А. Півоваров, Маневрування суден в екстремальних умовах: навчальний посібник, Херсон, 2018, 513 с.

УДК 347.799.1(045)

ПРАВИЛО ПРО НАВІГАЦІЙНУ ПОМИЛКУ ЯК ОДИН З ЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ ДЕРЖАВНОГО ЗАХИСТУ СУДНОВЛАСНИКА

Шемонаєв В.Ю., к.ю.н., к.д.п., Сурінов І.Л., к.т.н.

Національний університет «Одеська Морська Академія», Україна

Вступ. Відповідальність морського перевізника – одна з найбільш гострих та важливих проблем приватного права. Цивільно-правова відповідальність сторін будь-якого виду правовідносин дає ключ до розуміння специфіки досліджуваної галузі приватного регулювання. В рамках теми відповідальності морського перевізника правило про навігаційну помилку є одним з найбільш характерних особливостей системи, встановленої Гаазькими правилами. Розглянуте правило є одне із феноменів, що найкраще виражають специфіку правового регулювання у сфері морського торгового мореплавства загалом і теми відповідальності морського перевізника зокрема.

Актуальність теми дослідження обумовлена, насамперед, уведенням у дію у 1994 р. Кодексу торговельного мореплавання України, а також приєднанням України до Міжнародної конвенції про уніфікацію деяких правил про коносамент (Брюссель, 25 серпня 1924 р., у редакції Протоколу 1979 р.).

Постановка задачі. Правило про навігаційну помилку є лише одним із винятків відповідальності морського перевізника, яке відкриває каталог винятків, що вводиться Гаазькими правилами. Однак дослідження цього важливого виключення відповідальності дозволяє запропонувати висновки, що мають значення для всієї системи відповідальності морського перевізника.

Вітчизняне законодавство і раніше включало правило про помилку навігації. Однак у зв'язку з приєднанням до Конвенції 1924 р. перед вітчизняними юрисдикційними органами постала проблема застосування Гаазьких правил, що становить основу цього міжнародного договору та передбачає необхідність враховувати його міжнародний характер і прагнути його одноманітного застосування.

Останнє неможливе без уважного вивчення та осмислення накопиченого досвіду застосування Гаазьких правил, що передбачає звернення і до іноземного права, і доктрини.

В даний час, у зв'язку з фактичною невдачею Конвенції Організації Об'єднаних Націй про морське перевезення вантажів 1978 р. («Гамбурзькі правила»), знову актуальною стала тема вироблення нового міжнародного збору правил, який, можливо, більшою мірою відповідав би потребам сучасного торгового мореплавання [1, с.239].

Як відомо, Гамбурзькі правила не містили такої підстави звільнення морського перевізника від відповідальності, як навігаційна помилка. У зв'язку з новими проектами правил, покликаних регулювати відповідальність перевізника, виникає питання доцільності збереження винятку відповідальності. Практично будь-яка дискусія, що ведеться у зв'язку з проектами реформування сучасної системи регулювання морського перевезення вантажів, не в останню чергу стосується правила навігаційної помилки.

Дослідження такого правового феномену, яким є правило про навігаційну помилку, вирішення питання про його виключення або збереження у чинному праві представляється, виходячи зі сказаного, корисним та своєчасним.

За останні кілька десятиліть, що пройшли з моменту написання низки вітчизняних робіт, в яких аналізувалися окремі аспекти застосування правила про навігаційну помилку, відбулися деякі істотні зміни в практиці застосування норм Гаазьких правил, що розглядаються. Необхідність вивчення та аналізу цієї практики також є однією з причин, що передбачають актуальність проведеного дослідження.

Висновки. Правило про навігаційну помилку, що міститься в КТМ України, свідчить, що перевізник не відповідає за втрату, нестачу або пошкодження вантажу, якщо доведе, що вони сталися внаслідок дій або упущень капітана, інших осіб судового екіпажу та лоцмана в судноводінні [2, Стаття 177].

Розглянута норма КТМ України дозволяє кваліфікувати як «навігаційні» лише помилки членів судового екіпажу та лоцмана, не поширюючи дію правила на «інших службовців перевізника».

Так, наприклад, вирішується це питання відповідно до статті 2 частини II проформи «Дженкон»: «Судновласники несуть відповідальність за збитки або шкоду вантажу, або за затримку в доставці вантажу тільки в тому випадку, якщо збитки, шкода або затримка були спричинені відсутністю належної турботливості або з боку судновласників або їх керуючого в тому, щоб судно було в усіх відношеннях мореплавне, належно екіпіроване, оснащене та забезпечене, або особистими діями або упущеннями судновласників або їх керуючого. Судновласники не відповідають за збитки, шкоду або затримку, що виникають з будь-якої

причини будь-якого роду, навіть унаслідок недбалості чи упущення з боку капітана чи екіпажу чи будь-якої іншої особи на службі у судновласників на борту або на березі, за дії яких вони несли б відповідальність, якби не було цієї статті, або внаслідок неморехідності судна при завантаженні або на початку рейсу, або в будь-який час».

Віднесення тієї чи іншої особи до членів суднового екіпажу відповідно до даної норми КТМ не слід проводити на основі використання формального критерію (наприклад, внесення тієї чи іншої особи до судової ролі). З урахуванням практики виділення у праві Франції та Німеччини в числі службовців перевізника «наземних» і «морських» службовців можна зробити висновок, що вітчизняний законодавець мав на увазі віднесення до числа службовців перевізника, чиї помилкові дії не тягнуть за собою настання відповідальності перевізника у разі допущення судноводіння та управління судном, «морських» службовців перевізника. При цьому критерієм віднесення того чи іншого службовця до «морських» службовців є його хоча б тимчасова підпорядкованість капітанові.

При вирішенні питання про те, що є «особиста провина перевізника», яка покладає відповідальність на перевізника навіть у разі навігаційної помилки його службовцями, поняття «перевізник» включає наземних службовців перевізника, які мають право віддавати розпорядження капітанові від імені перевізника.

КТМ України, не виключає дії правила про навігаційну помилку у випадках, коли втрата, недостача або пошкодження були викликані діями або упущеннями членів суднового екіпажу при прийомі, завантаженні, розміщенні, збереженні, розвантаженні або здачі вантажу. Відсутність у чинному КТМ України названого обмеження дії правила про навігаційну помилку повинна інтерпретуватися як підстава для зміни правозастосовчої практики, що склалася, відповідно до якої по суті будь-які помилкові дії, допущені в порту, кваліфікувалися як такі, що покладають відповідальність на перевізника, що суперечило основній спрямованості практик застосування правила про навігаційну помилку.

Та обставина, що КТМ України запроваджує назву «Навігаційна помилка», слід тлумачити таким чином, що законодавець має на увазі лише помилкові дії, але не навмисні дії, які можуть бути кваліфіковані як «дія чи бездіяльність у судноводінні чи управлінні судном».

У сучасних умовах у тому, що стосується захисту інтересів вітчизняного перевізника, необхідно взяти до уваги таке міркування. Ринок України, що включає ринки морського перевезення та морського страхування, є відкритим та активно взаємодіє з іноземними ринками. Відповідальність морського перевізника у сучасній Україні здебільшого страхується в іноземних страховиків. Щодо цього популярність має діяльність західноєвропейських Р&І Клубів. Навіть у тому випадку, коли відповідальність перевізника страхується у вітчизняній страховій компанії, у ролі перестраховника найчастіше знову виступає знов-таки іноземна страхова компанія.

Раніше зазначалося, що правило про навігаційну помилку, було покликане ув'язати інтерес перевізника у забезпеченні безпеки судна з інтересом у забезпеченні безпеки вантажу, що перевозиться. Тим не менш, огляд застосування правила про навігаційну помилку в різних країнах змушує зробити висновок, що застосування цього правила в різних правових системах не завжди відповідає цій ідеї та не цілком враховує названий задум. Практика застосування правила про навігаційну помилку продовжує ґрунтуватися на підходах, вироблених у період, що передувє Гаазьким правилам, при застосуванні «застережень про недбалість». Було б доцільним врахувати це міркування та включити до її тексту вказівку на критерій розмежування різних видів помилкових дій. Як такий мав би виступити критерій безпеки морського підприємства, використання якого найбільше відповідало б суті правового рішення, втіленого у правилі про навігаційну помилку.

На завершення хотілося б ще раз наголосити, що в сучасних умовах використання в законодавстві правила про навігаційну помилку є одним із ефективних заходів державного захисту інтересів судновласника. Питання, якою мірою правило про навігаційну помилку має допускатися і використовуватися у відносинах, регульованих вітчизняним законом, насамперед - політичне питання. У тому випадку, якщо вітчизняний законодавець знаходить правильну політику захисту вітчизняного флоту та вітчизняного судновласника, цілям такої політики відповідало б, у тому числі, приведення режиму відповідальності морського перевізника, встановленої внутрішнім законодавством України, у відповідність до Гаазьких правил, викладених у Конвенції 1924 р.

ЛІТЕРАТУРА

1. Hamburg Rules on Carriage of Goods by Sea / Edited by Samir Man Kabadgy, AW Sijthoff. Leyden; Boston, 1978.
2. Кодекс торговельного мореплавства України. Верховна Рада України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995.
3. Griggs, P. Maritime Transportation Law Renewed Efforts на Uniformity // CMI News Letter. – 1999. – No. 3.
4. Manca, P. International Maritime Law // European Transport Law. -Antwerpen, 1970. 2nd Vol.
5. Mandeibaum, SR International Ocean Shipping and Risk Allocation for Cargo Loss, Damage, and Delay: US Approach to Coga // Florida State University Journal of Transitional Law & Policy. 1996. 5-1.

УДК 629. 5. 051. 5 (045)

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНИМИ МОРСЬКИМИ СУДНАМИ

Шинкарчук М.Ю., курсант гр.1401,керівник **Маркітан В.В.**

Національний університет «Одеська морська академія» (Україна)

Вступ. Світова судноплавна індустрія є одним з ключових елементів глобальної економіки, що забезпечує понад 90% міжнародної торгівлі. З розвитком технологій в галузі навігації та штучного інтелекту (ШІ), з'являється можливість значно підвищити безпеку, ефективність та екологічність морських перевезень. Сучасні інновації, такі як автономні судна, є одним із найцікавіших напрямків у судноплаванні, що може здійснити революцію у цій сфері. Ці судна здатні виконувати навігаційні функції без безпосередньої участі екіпажу, використовуючи системи управління на основі ШІ та комплексну мережу сенсорів.

Одним зі світових лідерів у впровадженні новітніх технологій є компанія Furuno Electric Co., Ltd., яка розробляє високотехнологічні рішення для автономних суден. Зокрема, компанія бере участь у проєкті MEGURI 2040, який передбачає комерційне використання автономних суден до 2025 року.

Актуальність досліджень. Автономні судна мають потенціал значно підвищити рівень безпеки на морі. За статистикою, більшість аварій на суднах відбувається через людський фактор — помилки екіпажу, втома або неправильне прийняття рішень. Автономні системи здатні усунути ці проблеми, забезпечуючи постійну та точну роботу на основі алгоритмів ШІ, які контролюють навколишнє середовище, враховують погодні умови, інші судна та можливі перешкоди на шляху. Окрім безпеки, автономні судна сприяють підвищенню ефективності морських перевезень, оскільки вони здатні оптимізувати маршрути, зменшити витрати на паливо та зменшити викиди CO₂, що робить їх екологічно вигідними. Автономні судна також зменшують витрати на екіпаж та можуть функціонувати з мінімальною людською присутністю або зовсім без неї. В умовах глобальної економічної інтеграції та зростання

обсягів морських перевезень розвиток технологій автономних суден стає невід'ємною частиною цифрової трансформації судноплавної індустрії. Це сприяє підвищенню конкурентоспроможності судноплавних компаній і забезпеченню сталого розвитку морського транспорту.

Постановка задачі. Основною метою дослідження є аналіз новітніх технологій, що використовуються для створення автономних суден, а також розгляд їх впровадження на практиці. Для досягнення цієї мети було визначено такі завдання:

1. Дослідити сучасні технології автономної навігації, що використовуються для підвищення безпеки та ефективності морських перевезень.
2. Проаналізувати вплив новітніх технологій на ухилення від зіткнень та взаємодію суден з навколишнім середовищем.
3. Розглянути хід реалізації проекту з розробки автономних суден MEGURI 2040 зокрема, застосовані в цьому проекті новітні технології для управління судном.

Результати досліджень. В процесі дослідження розглянута та проаналізована низка інноваційних рішень, які дозволяють зробити судна автономними. Основні розглянуті технології включають:

1. Augmented Reality (AR) та Virtual Reality (VR) навігаційні системи. Технології доповненої та віртуальної реальності дозволяють значно покращити навігаційні можливості суден. AR навігаційна система використовує камери та накладає інформацію про маршрут, судна поруч та погодні умови на реальне зображення. Це дозволяє капітану отримувати всю необхідну інформацію в режимі реального часу навіть за умов поганої видимості або вночі. VR навігаційна система надає користувачеві огляд судна з висоти у тривимірному форматі, дозволяючи контролювати навколишню ситуацію з різних кутів і підвищуючи ефективність ухилення від можливих загроз.

2. Система розпізнавання зображень та об'єктів. Використання штучного інтелекту у системах розпізнавання дає змогу автоматично ідентифікувати інші судна, буйки, мости та інші перешкоди на маршруті. Furuno інтегрує інформацію від камер, радарів та AIS (Automatic Identification System) для точного ідентифікування об'єктів та ухилення від зіткнень.

3. Система підтримки ухилення від зіткнень Risk Visualizer™. Ця технологія дозволяє візуалізувати небезпечні зони на основі алгоритмів, які обробляють дані про попередні рейси та маневри суден у різних умовах. Вона прогнозує ймовірність зіткнення та автоматично попереджає оператора про ризики. Це особливо важливо в умовах інтенсивного руху суден на підходах до портів чи в системах розподілу руху суден.

Рисунок 1. Risk Visualizer™

4. Проект MEGURI 2040. Furuno бере активну участь у реалізації проекту MEGURI 2040, що передбачає створення автономних суден до 2025 року. У 2022 році успішно пройшли тестування автономного контейнерного судна та великого автомобільного порому. Система "Awareness", розроблена Furuno, інтегрує інформацію з різних сенсорів для створення безпечного маршруту та автоматичного керування судном. В рамках проекту також були розроблені системи автоматичного причалування, що використовують технології LiDAR та камери для точного визначення відстані до причалу.

5. Система автоматичного керування судном APExS-auto. Ця система автоматично контролює маршрут та ухиляється від зіткнень, інтегруючи дані з різних сенсорів та здійснюючи корекцію маршруту в реальному часі. Вона є важливим елементом концепції повністю автономних суден.

Висновки. Впровадження автономних суден є одним з ключових напрямків розвитку сучасного судноплавства. Використання новітніх технологій, таких як доповнена реальність, штучний інтелект, сенсорні системи та автоматичне управління, дозволяє значно підвищити безпеку морських перевезень та знизити витрати на експлуатацію суден. Проект MEGURI 2040, у якому бере участь компанія Furuno, демонструє реальні досягнення у створенні повністю автономних суден. Успішні тестові рейси підтверджують можливість впровадження цих технологій у комерційне судноплавство до 2025 року. Це відкриває нові перспективи для

глобальної судноплавної індустрії, яка зможе знизити ризики аварій, оптимізувати маршрути та сприяти екологічній безпеці.

Отже, автономні судна стають реальністю завдяки зусиллям провідних компаній, і з часом вони стануть невід'ємною частиною світової системи морських перевезень, сприяючи підвищенню ефективності, безпеки та економічної вигоди в морській галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Full Ahead with FURUNO, from digital transformation to the revolution of the shipping industry.
2. Maltsev, S.E. (2019). Navigation device for decision-making support for the automatic planning of vessel movement by trajectory points at entry/ exit of the port.
3. <https://www.furuno.com/en/marine-dx/autonomous/#Collision>
4. https://www.furuno.com/files/Brochure/477/upload/AR-100M_EN.pdf
5. <https://www.furuno.com/special/en/envision/#Feature1>
6. <https://www.nippon-foundation.or.jp/en/what/projects/meguri2040>.

УДК 629.5.031.32(045)

ВИКОРИСТАННЯ ЖОРСТКИХ ВІТРИЛ НА СУЧАСНИХ МОТОРНИХ СУДНАХ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ЗНАЧНИХ ВИКИДІВ ПАЛИВА

Янівєць В.В., курсант гр. 1601, **Бурмака І.О.**, д.т.н., професор

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Приблизно 90% світової торгівлі (за обсягом) перевозиться світовим судноплавним флотом. Не дивно, що багато тисяч суден, які виконують це життєво важливе завдання, спалюють величезну кількість судового палива для просування і бортової електроенергії. Наприклад, чистий перевізник легкових і вантажних автомобілів може споживати від 30 до 60 тонн палива на день залежно від швидкості руху і погодних умов. На глобальному рівні підраховано, що в період між 2007 і 2012 роками судна споживали в середньому від 250 до 325 мільйонів тонн палива на рік, що призвело до викидів приблизно 740-795 мільйонів тонн CO₂(Carbon dioxide)[1]. За іншою оцінкою, у 2007 році викиди CO₂ від 45620 суден становили 943 мільйони тонн, а загальне споживання мазуту - 297 мільйонів тонн [2].

Окрім викидів CO₂, в результаті глобальної судноплавної діяльності в атмосферу потрапляє низка інших речовин, включаючи NOX(Amine Oxide), SOX(Sulfur Oxide) і тверді частинки[1]. Ці речовини негативно впливають на здоров'я людини:

дослідження показують, що викиди судноплавства є причиною приблизно 60 000 смертей на рік. Лише у 50 найбільших портах близько 230 мільйонів людей

безпосередньо піддаються впливу викидів від судноплавства. Основним фактором, що зумовлює відносно високий рівень викидів, є склад морського палива, яке використовується на судах, однак викиди також викликають занепокоєння, навіть коли в якості палива використовується зріджений природний газ[2].

Ці технології дозволяють зменшити споживання палива та викиди шкідливих речовин в атмосферу. Вітрила використовувалися на кораблях з давніх часів, і в золотий вік вітрил швидкі кліпери перетинали океани з витратами, порівнянними з витратами сучасних вантажних кораблів сьогодні. Зараз, коли все більше уваги приділяється тому, щоб зробити

судноплавство більш екологічним, використання енергії вітрил знову розглядається як можливе додаткове або альтернативне джерело пропульсивної енергії. Але на додаток до потенційних переваг використання вітрил, існує також ряд факторів, які на сьогоднішній день перешкоджають їх широкому використанню на океанських суднах, що працюють на електричній тязі.

Коротка історія та огляд вітрил на кораблях

Вітрила були основним джерелом руху для кораблів понад 2 000 років, і можна сказати, що першими гібридними суднами були триреми Стародавньої Греції та Риму, що працювали на вітрилах і веслах. У дев'ятнадцятому столітті вітрильники, відомі як кліпери, включаючи знаменитий "Катті Сарк" (побудований 1869 року), могли розвивати середню швидкість близько 15 вузлів (вузлів) за сприятливого вітру[3]. Однак вітрильники залежать від примх вітру, і, як наслідок, тривалість

подорож і може значно змінюватися. Цей фактор у поєднанні з відкриттям

Суецького каналу в 1869 році та появою пароплава під час промислової революції призвів до поступового зменшення використання вітрил як основного джерела руху для океанських кораблів. Під час переходу від вітрил до пари було побудовано кілька видатних кораблів, які поєднували паровий двигун з вітрилами, в тому числі

"Саванна". У 1819 році це був перший пароплав, який перетнув Атлантичний океан, і під час 29-денної подорожі між Саванною (США) і Ліверпулем (Велика Британія) допоміжний паровий двигун використовувався лише близько 100 годин, або лише 16% часу подорожі[3]. Пароплав "Велика Британія" розвинув концепцію спільного використання вітрил і парових двигунів. Такелаж і вітрила цього корабля були спеціально розроблені для ефективної роботи з основним джерелом руху - двигуном потужністю 1000 кінських сил. На момент спуску на воду в 1843 році це був найбільший паровий двигун, який коли-небудь використовувався на морі. Під час

подорожей до Австралії корабель більше покладався на силу вітрил, ніж на паровий двигун, оскільки він використовувався переважно за несприятливих умов[4].

Хоча вітрила JAMDA призвели до скорочення споживання палива на 30% і більше, розвиток цієї технології фактично закінчився, коли ціни на нафту впали. У цей період інший тип жорсткого вітрила, відомий як Walker WingSail, був встановлений на балкері водотоннажністю 7000 водотоннажних тон – MV(Motor Vessel) Ashington. Економія палива становила до 30% протягом 5 місяців випробувань у 1986 році, хоча за іншими оцінками, в середньому економія палива становила 8%, а за сприятливих умов - до 15-20%. Однак через кілька років після встановлення вітрило Walker WingSail було знято з корабля.

Концепції гібридних вітрил також були розроблені в останні десятиліття, і ці вітрила включають в себе елементи конструкції як м'яких, так і жорстких вітрил.

Приклад такого типу вітрил був запропонований дослідниками NMRI (National

Maritime Research Institute) в Токіо, Японія. На основі експериментів і розрахунків в аеродинамічній трубі гібридне вітрило NMRI показало кращі результати з точки зору підйомної сили і лобового опору, ніж м'які і жорсткі вітрила.

Незважаючи на свою перспективність, гібридне вітрило NMRI ще не було встановлено на жодному комерційному судні.

Ще одна гібридна технологія вітрил - DynaRig, дизайн якої заснований на концепції, розробленій Вільгельмом Прьольсом у 1960-х роках. Цей тип вітрил використовується сьогодні на яхті MalteseFalcon, і кожне вітрило має вигин 12% і може бути згорнуте в щоглу. Хоча MalteseFalcon є вражаючим прикладом використання вітрил, слід пам'ятати, що його будівництво у 2006 році коштувало 150 мільйонів доларів США. Це приблизно в два-три рази перевищує вартість деяких найбільших вантажних кораблів, що експлуатуються сьогодні.

Вітрила для моторних суден можна умовно поділити на м'які, гібридні та жорсткі. Після закінчення ери кліперів з'явилося відносно не багато суден з м'якими вітрилами валовою реєстровою місткістю (GRT) 500 тон і більше. Сьогодні їх використання в основному обмежується спеціалізованими круїзними лайнерами, такими як Club Med[7], та навчальними вітрильниками.

Гібридні вітрила через свою відносну складність і вищу вартість підходять переважно для великих розкішних яхт або спеціалізованих вантажних суден,

оснащених гібридними вітрилами. Жорсткі вітрила сьогодні не використовуються на великих судах, але, як показали вітрила JAMDA, вони здатні зменшити споживання палива. Тому видається розумним припустити, що якби їхні більш сучасні еквіваленти використовувалися знову, то вони могли б виявитися ефективним засобом скорочення викидів та споживання палива.

1. Аналіз: використання жорстких вітрил на моторних судах

Для кращого розуміння потенційних переваг і обмежень, пов'язаних з використанням жорстких вітрил, для визначення ключових тематичних областей було використано аналітичну структуру сильних і слабких сторін, можливостей і загроз. Слід зазначити, що цей аналіз зосереджений на використанні жорстких вітрил лише на моторних судах, а не на використанні вітрил загалом та/або на сучасних вітрильних судах чи яхтах, де вітрила є основним джерелом руху[11].

Аналіз, пов'язаний з різними фазами циклу проектування(D), будівництва (B) та експлуатації (O) судна.

1. Сильні сторони

- 1.1 Зменшення споживання палива (O)
- 1.2 Зменшення викидів (O)
- 1.3 Зниження експлуатаційних витрат (O)
- 1.4 Джерело аварійної тяги (O)
- 1.5 Покращення остійності судна (O)
- 1.6 Менше місця для палива (D B O)

2. Слабкі сторони

- 2.1 Вплив на безпеку судна та екіпажу (O)
- 2.2 Початкові витрати (CAPEX(Capital expenditures)) (D B)
- 2.3 Додаткові експлуатаційні витрати (OPEX) (O)
- 2.4 Змінні характеристики (O)
- 2.5 Перешкоди вантажним операціям (O)
- 2.6 Вимоги до простору та зберігання (D B O)
- 2.7 Додаткова вага (D B O)
- 2.8 Додаткова підготовка, необхідна для екіпажу (O)
- 2.9 Додаткове робоче навантаження для екіпажу (O)

3. Можливості

- 3.1 Впровадження екологічних норм (D B)
- 3.2 Перехід до судноплавства з низьким рівнем викидів (D B)
- 3.3 Вищі ціни на паливо (D B)
- 3.4 Бажання покращити імідж бренду (O)
- 3.5 Тиск з боку корпорацій та споживачів (O) Повільне пропарювання (O)

Висновки

Жорсткі вітрила мають потенціал для забезпечення допоміжного або додаткового джерела руху на судах з двигунами. Цей потенціал був реалізований у минулому, найбільш відомим прикладом є використання вітрил типу JAMDA у 1980- х роках. Судна, оснащені цими вітрилами, як повідомляється, скоротили споживання палива від 10% до понад 30%, хоча і за сприятливих умов. Таким чином, можна зробити висновок, що якби жорсткі вітрила були

знову встановлені на океанських суднах, то можна було б досягти значного скорочення викидів в атмосферу. Крім того, вони можуть забезпечити інші потенційні матеріальні та не матеріальні

переваги, включаючи поліпшення здоров'я людей, які живуть поблизу портів і судноплавних шляхів, бути джерелом аварійної тяги, підвищити остійність судна і поліпшити імідж і репутацію судноплавних компаній, які їх використовують.

Ці проблеми можуть перешкоджати використанню цієї багатообіцяючої технології до тих пір, поки не будуть знайдені реалістичні та економічно ефективні рішення.

Найбільш важливими з виявлених проблем є наступні:

- Безпека - з точки зору захисту персоналу та самого судна. Сфери, які потребують особливої уваги, включають остійність судна, заходи щодо запобігання нещасним випадкам через людські помилки або несправність обладнання, а також поведіння звітрилами в поганих або екстремальних погодних умовах.
- Обмеження конструкції, пов'язані з фізичною установкою жорстких вітрил і включенням жорстких вітрил в нові або існуючі проекти суден, включаючи відповідність вимогам класифікаційних товариств.
- Економічні та бізнес-міркування, включаючи авансові витрати, період повернення інвестицій і експлуатаційні витрати. Важливо, щоб жорсткі вітрила були конкурентоспроможними з іншими технологіями та/або заходами зі скорочення споживання палива і викидів навіть у періоди, коли ціни на паливо відносно низькі.
- Експлуатаційні питання - з точки зору поточних вимог до технічного обслуговування і продуктивності жорстких вітрил за різних експлуатаційних і погодних умов.

ЛІТЕРАТУРА

1. ABS. (2015). *Ship energy efficiency measures*. ABS, Editor, Author. Retrieved from ww2.eagle.org/content/dam/eagle/.../2013/Energy%20Efficiency.pdf [Google Scholar]
2. Adamchak, F., & Adede, A. (2013). *LNG as marine fuel*. Retrieved from http://www.gastechnology.org/training/documents/lng17-proceedings/7-1-frederick_adamchak.pdf [Google Scholar]
3. Agnolucci, P., Smith, T., & Rehmatulla, N. (2014). Energy efficiency and time charter rates: Energy efficiency savings recovered by ship owners in the Panamax market. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 66, 173–184. [Crossref] [Web of Science ®], [Google Scholar]
4. Andersen, I. M. V. (2012). *Emissions from ship machinery*. Technical University of Denmark. [Google Scholar]
5. Atkinson, G. M. (2016a). Analysis of marine solar power trials on blue star delos. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 15(3), 115–123. doi:10.1080/20464177.2016.1246907 [Taylor & Francis Online] [Web of Science ®], [Google Scholar]
6. Atkinson, G. M. (2016b). *Power module for use in marine vessel, and wind-propelled vessel provided with said power module*. United States: Eco Marine Power Co. Ltd. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US9376187> [Google Scholar]
7. Atkinson, G. M., & Binns, J. (2018a). Analysis of drag, airflow and surface pressure characteristics of a segment rigid sail. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 1–10. doi:10.1080/20464177.2018.1494953 [Taylor & Francis Online] [Web of Science ®], [Google Scholar]
8. Atkinson, G. M., & Binns, J. (2018b). Power profile for segment rigid sail. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 17(02), 99–105. doi:10.1080/20464177.2017.1319997 [Taylor & Francis Online], [Google Scholar]
9. Attica Group. (2015). *Press release: 6th corporate social responsibility report 2014*, Athens. [Google Scholar]
10. B9 Energy Group. (2015). B9 shipping. Retrieved from

<http://www.b9energy.com/B9Shipping/tabid/4036/language/en-US/Default.aspx> [Google Scholar]

11. Ballini, F., Ölçer, A. I., Brandt, J., & Neumann, D. (2017). Health costs and economic impact of wind assisted ship propulsion. *Ocean Engineering* , 146(Supplement C), 477–485. doi:10.1016/j.oceaneng.2017.09.014 [Crossref], [Google Scholar]
12. Bergeson, L., & Greenwald, C. K. (1985). Sail assist developments 1979-1985. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 19, 45–114. doi:10.1016/0167-6105(85)90056-X [Crossref] [Web of Science ®], [Google Scholar]

Секція 3. МОРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ. БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА

УДК 656.61.052.484

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ВАНТАЖУ ПРИ ЗАВАНТАЖЕННІ ТРЬОХ ТРЮМІВ

О.В. Гайченя, к.т.н., доцент

Національний університет "Одеська Морська Академія", Україна

У разі трьох і більшого числа одночасно оброблюваних трюмів кількість змінних у граничних рівняннях більша за кількість рівнянь, тому область допустимих значень змінних ΔW_{cik} є обмеженою областю багатовимірному простору, причому розмірність простору дорівнює кількості одночасно оброблюваних трюмів. У свою чергу, обмеження за сумарною вагою ΔW_{cik} є площиною у просторі допустимих значень, тобто також простором, але на один вимір меншим щодо вихідного.

Так за кількості змінних дорівнює трьом, що позначимо $n=3$, вихідна система набуває наступного вигляду:

$$\begin{aligned} \Delta_c (\Delta W_{c1k} * X_{gh1k} + \Delta W_{c2k} * X_{gh2k} + \Delta W_{c3k} * X_{gh3k}) &= \tilde{M}_x * ; \\ \Delta_c (\Delta W_{c1k} * Z_{gh1k} + \Delta W_{c2k} * Z_{gh2k} + \Delta W_{c3k} * Z_{gh3k}) &= \tilde{M}_z * ; \\ \Delta W_{c1k} + \Delta W_{c2k} + \Delta W_{c3k} &\leq W_d - W_{k-1}, \end{aligned} \quad (1)$$

де X_{gh1k} , X_{gh2k} , X_{gh3k} - абсциса центру тяжіння трюмів;

Z_{gh1k} , Z_{gh2k} , Z_{gh3k} - апліката центру тяжіння трюмів;

W_{k-1} - кількість вантажу в трюмах на попередньому етапі;

W_d - планована кількість вантажу;

$\tilde{M}_x$, $\tilde{M}_z$ - верхнє граничне значення статичних моментів;

$\Delta_c=1$ при завантаженні.

Рішення (1) пропонується проводити наступним чином. Спочатку необхідно його привести до виду рівняння з двома змінними, переносючи одну із змінних у праву частину та задаючи її значення із допустимого інтервалу. Очевидно, що є три варіанти такого перетворення, що дають однакові результати. Розглянемо одне із них, залишаючи незалежної змінної ΔW_{c3k} , тобто переносючи праву частину вираз, що містить цю змінну. Тоді перші два рівняння (1) набувають вигляду:

$$\begin{aligned} \Delta_c (\Delta W_{c1k} * X_{gh1k} + \Delta W_{c2k} * X_{gh2k}) &= \tilde{M}_x * - \Delta_c \Delta W_{c3k} * X_{gh3k} ; \\ \Delta_c (\Delta W_{c1k} * Z_{gh1k} + \Delta W_{c2k} * Z_{gh2k}) &= \tilde{M}_z * - \Delta_c \Delta W_{c3k} * Z_{gh3k} . \end{aligned}$$

Рішенням цих рівнянь є:

$$\Delta W_{c1k}^* = \frac{(\tilde{M}_X^* - \Delta_c \Delta W_{c3k}^* X_{gh3k}) Z_{gh2k} - (\tilde{M}_Z^* - \Delta_c \Delta W_{c3k}^* Z_{gh3k}) X_{gh2k}}{\Delta_c (X_{gh1k} Z_{gh2k} - X_{gh2k} Z_{gh1k})},$$

$$\Delta W_{c2k}^* = \frac{(\tilde{M}_Z^* - \Delta_c \Delta W_{c3k}^* Z_{gh3k}) X_{gh1k} - (\tilde{M}_X^* - \Delta_c \Delta W_{c3k}^* X_{gh3k}) Z_{gh1k}}{\Delta_c (X_{gh1k} Z_{gh2k} - X_{gh2k} Z_{gh1k})}.$$

Отримані вирази дозволяють провести обчислення граничних значень змінних ΔW_{c1k} і ΔW_{c2k} , як функцій незалежної граничної змінної ΔW_{c3k}^* , що задається. З урахуванням останньої нерівності виразу (1), яка є рівнянням площини в тривимірному просторі, можливий варіант області допустимих значень змінних ΔW_{c1k} , ΔW_{c2k} і ΔW_{c3k} геометрично представлений на рис. 1.

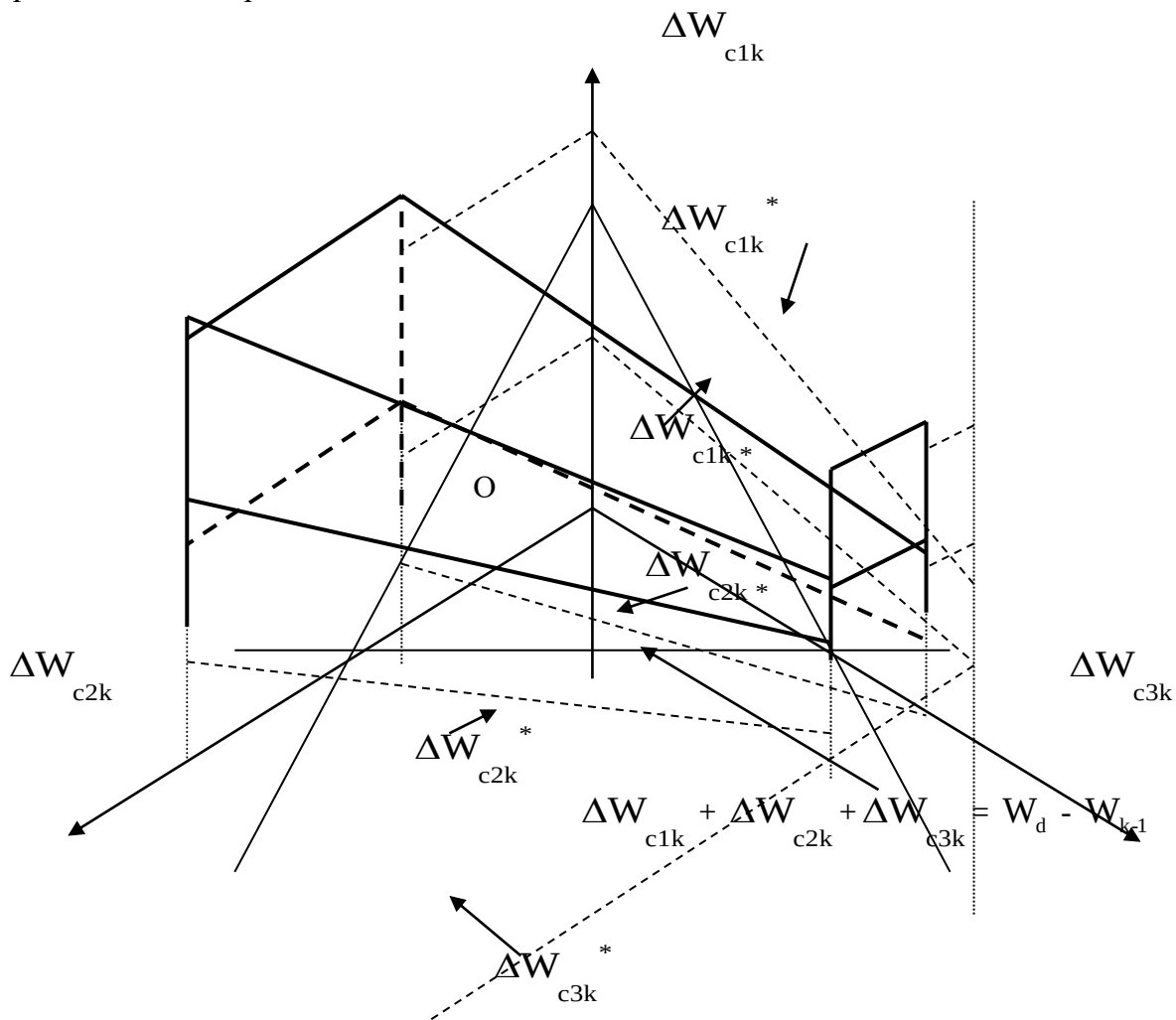


Рис. 1. До визначення допустимої області при $n=3$

Для існування множини допустимих стратегій проведення вантажних операцій необхідно, щоб хоча б одна кутова точка області була ближче до початку координат, ніж площина сумарної ваги $\Delta W_{c1k} + \Delta W_{c2k} + \Delta W_{c3k} = W_d - W_{k-1}$. Аналітично це виражається нерівностями виду $\Delta W_{c1k}^* + \Delta W_{c2k}^* + \Delta W_{c3k}^* \leq W_d - W_{k-1}$. Число нерівностей

дорівнює числу кутових точок. У разі воно дорівнює 8, а довільному – розраховується за формулою 2^n . Аналогічно чинимо у разі більшої кількості одночасно оброблюваних трюмів, враховуючи такі міркування.

По-перше, в праву частину перших двох рівностей вихідної системи як незалежні змінні переносяться ті, для яких з деяких міркувань можна вказати граничні значення. Для інших перебувають граничні значення внаслідок розв'язання рівностей.

По-друге, отримані граничні значення лінійно залежать від незалежних змінних, що дозволяє перевіряти лише кутові точки області, обмеженої допустимими площинами, що відповідають граничним значенням змінних.

По-третє, для перевірки існування безлічі допустимих стратегій проведення вантажних операцій необхідно, щоб було справедливим хоча б одне з 2^n нерівностей:

$$\Delta W_{c1k}^* + \dots + \Delta W_{cik}^* + \dots + \Delta W_{cnk}^* \leq W_d - W_{k-1}.$$

У разі, якщо існує множина допустимих стратегій проведення вантажних операцій, необхідно здійснити пошук оптимальної, виходячи з завдання критерію оптимальності, що задається за задумом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цымбал М.Н. Планирование загрузки контейнеровоза в случае проведения грузовых операций в нескольких портах. / Цымбал М.Н. // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences, VIII(27), Issue: 224, 2020.- С. 71 - 73.
2. Chepok A.O. Determination of inertia forces acting on break bulk cargo en route / Chepok Oleksii // Constanta Maritime University Annals, Issue Year XIV, Issue 20. – Constanta: Editura Nautica, 2013. – pp. 63–65.
3. Власенко Е.А. Зависимость сил инерции бортовой качки от момента инерции судна относительно продольного оси. / Власенко Е.А. // Austria - science, Issue: 23, 2019.- С. 54 – 60.
4. Власенко Е.А. Имитационное моделирование загрузки контейнеровоза. / Власенко Е.А., Калиниченко Е.В., Цымбал М.Н. // Austria - science, Issue: 26, 2019.- С. 43 - 49.

УДК 656.614.3(100) – 047.64(045)

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ПРАКТИЦІ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОЖНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ

Ніколаєва Л.Л., д.е.н., професор

Національний університет "Одеська Морська Академія", Україна

Організація міжнародного транспортування вантажів у сучасних умовах потребує застосування положень системного аналізу, математичних методів та моделей, новітніх досягнень інформаційних технологій і принципів логістичного управління для досягнення з мінімальними сукупними витратами максимальної пристосованості до мінливої обстановки на фрахтовому ринку, збільшення своєї частки на ньому та одержання переваг перед конкурентами.

Подальший розвиток логістичного управління спрямовано на інтеграцію всіх локальних завдань у єдину систему таким чином, щоб вирішення кожного з них було ув'язано з вирішенням інших завдань і підкорялось загальній системній меті.

На думку ряду авторитетних вчених, логістичне управління – це інтеграція перевізного та виробничого процесів з необхідними інформаційними процесами, що включає вантажні, транспортні та інші сервісні операції.

Значення логістичних можливостей компаній, галузей та системи в цілому по-різному оцінюються в США та Європі. У американських компаніях все більшого значення набувають такі показники, як готовність до обміну інформацією та інформаційні технології, структура, гнучкість і вимірювання ефективності, а в Європі – оперативне управління і контроль в інтеграції, інструментарій логістики і дисципліна, загальний процес оцінки логістичної діяльності.

В логістичних рішеннях з доставки вантажів приймають участь виробники і постачальники, транспортні агентства, уряд і споживачі. Всі пред'являють свої вимоги до організації доставки, які в подальшому трансформувались в тепер вже відомі логістичні принципи. Особливого значення в практиці міжнародних перевезень набув логістичний принцип «від дверей – до дверей», і логістичне управління стало невід'ємним елементом інтермодальних перевезень.

Основна ідея логістичного управління в транспортному обслуговуванні – організаційно-аналітична оптимізація всіх поточкових процесів (матеріальних, інформаційних, фінансових, сервісних), тобто раціоналізація в умовах необхідності адекватної адаптації до постійно змінюваного зовнішнього середовища. Логістичний підхід є потенціалом підвищення ефективності транспортних процесів у всіх сферах економіки. Він, наприклад, дозволяє усунути протиріччя між природною конкуренцією та необхідністю взаємодії різних видів транспорту при освоєнні конкретних вантажопотоків.

Новизна логістичного підходу до управління всіма видами потоків полягає в інтеграції сфер діяльності з метою досягнення бажаного результату з мінімальними витратами часу та ресурсів і в зміні пріоритетів в різних сферах транспортно-організаційної діяльності на користь посилення значимості інтегрованого наскрізного управління потоками та якості їх обслуговування.

Застосування принципів логістичного управління виявилось особливо ефективним для компаній, які не виробляють продукцію, а лише надають послуги – транспортні, з вантажопереробки, експедиторські та агентські, банківські та страхові установи, дослідницькі центри тощо. Наприклад, Supply Chain Management (SCM) – системи управління ланцюгами постачання.

Взаємозв'язок та взаємозалежність всіх логістичних елементів обумовили необхідність комплексного підходу до їх подальшого розвитку – формуванню інноваційних транспортно-технологічних систем. Найбільш перспективним логістичним принципом вважається система доставки «Just in Time», яка у виробництві, постачанні та розподілі заснована на синхронізації процесів доставки сировини і готової продукції в необхідних кількостях і до моменту часу, коли їх потребують ланки логістичної системи, з метою мінімізації витрат, пов'язаних із створенням запасів. При цьому значною мірою відпадає необхідність у складуванні товарів та пов'язаних із цим витратах.

Досягнення глобальної мети логістики значною мірою забезпечується удосконаленням транспортних засобів, технічних пристроїв і технологій передачі вантажів з одного виду транспорту на інший, оптимізації маршрутів, графіків руху, режимів роботи портів терміналів тощо. У свою чергу, це викликає необхідність подальшого розвитку принципів транспортної логістики та створення транспортно-логістичних систем для забезпечення необхідної швидкості просування товарів з мінімальними сукупними витратами.

Застосування принципів логістичного управління в практику організації міжнародного транспортування вантажів дозволяє забезпечення оптимізації витрат, скорочення часу доставки, безпеки та контролю якості товарів за рахунок моніторингу стану вантажів, гнучкості та адаптації до змін, конкурентних переваг компаній і покращення взаємодії всіх учасників міжнародного транспортування вантажів.

ВИБІР МАРШРУТУ ЧЕРЕЗ ОКЕАН. НОВА МЕТОДИКА З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРИЧНИХ КОЛИВАНЬ НА ВЕЛИКЕ КОНТЕЙНЕРНЕ СУДНО

Перникоза В.В., *ст. викладач, кдп*, Бурчак О.І., *ст. викладач, кдп*,
Федотов А.В., *ст. викладач, кдп*

Національний Університет «Одеська Морська Академія», Україна

Вступ

30 листопада 2020 року 364-метровий контейнеровоз «ONE Apus» зазнав лиха в Тихому океані під час рейсу з Яньтянь, Китай, до Лонг-Біч, США. 1816 контейнерів випали за борт приблизно в 1600 морських миль на північний захід від Гаваїв. Сотні інших контейнерів завалилися на палубу (Рис.1).



Рис.1. Судно «ONE Apus» після аварії в японському порту

Капітан напевно не знав, або не усвідомлював наслідки параметричного коливання для великих контейнеровозів. Змінив курс судна з 129° на 140° , створивши ідеальні умови для виникнення параметричних коливань.

Умови для виникнення параметричних коливань [2-8]:

1. Напрямок руху хвиль є з носа або з корми, та становить до 30 градусів з обох бортів від центральної лінії судна.
2. Період хвилі становить приблизно половину від періоду крену власного судна.
3. Зміна остійності перевищує певний поріг, тобто параметричні коливання більш імовірні, коли варіація GM збільшується та довжина хвилі океанського зйбу близька до довжини судна.

Поточні дані руху судна «One Apus» під час аварії 30 листопада 2020 року:

1. Курс судна 140° . Напрямок океанського зйбу 330° (Рис.2). Напрямок руху хвиль був з корми ($140^\circ + 180^\circ = 320^\circ$) та становив 10 градусів від центральної лінії судна[1].

Day Time	Wind		Waves				Swell			
	Direction (°)	Speed (m/s)	Direction (°)	height (m)	length (m)	Period (s)	Direction (°)	height (m)	length (m)	Period (s)
November 30 12:00	319	21.44	315	1.92	77.18	7.03	330	5.50	354.66	15.08
15:00	319	20.16	315	1.66	63.80	6.40	330	5.97	354.66	15.08
18:00	333	18.05	330	1.53	63.80	6.40	330	5.77	354.66	15.08
21:00	279	13.54	285	0.84	36.00	4.80	330	5.77	354.66	15.08
December 1 00:00	327	13.53	330	0.84	36.00	4.80	330	5.53	354.66	15.08
03:00	346	13.25	345	0.81	36.00	4.80	330	5.28	293.10	13.71
06:00	351	9.37	345	0.44	20.33	3.61	330	4.99	293.10	13.71

Рис.2. Хвильовий аналіз в районі перебування судна «ONE Apus» 30 листопада 2020 року

2. Період вітрової хвилі становив приблизно половину періоду крену власного судна. (період хвилі 6.40 – 4.80 с, період власного крену судна – 10.3 с, $5.10 \text{ с} \cdot 2 = 10.2 \text{ с}$) (Рис.2) [1].

3. Зміна остійності GM на високих хвилях була відчутною та океанська зиб з довжиною хвилі була близька до довжини судна (висота зибу 5.77-5.53 м, довжина хвилі зибу становила 355 метрів, довжина судна 400 метрів) (Рис.2) [1].

Новий метод прокладання маршруту судна з урахуванням висоти океанських хвиль.

Серед усіх умов виникнення параметричних коливань можна виокремити пункт №3 «Зміна остійності перевищує певний поріг, тобто параметричні коливання більш імовірні, коли варіація GM збільшується...». Під час аварії середня осадка судна була 14.55 м, а висота хвиль була 5.77 м. Безумовно зміна GM на таких високих хвилях стала основною причиною виникнення параметричних коливань та втрати вантажу. До цього, до того, як судно заїхало в зону великих хвиль (5.77 м), втрати вантажу не було та крен судна був помірний.

Як відомо, при сучасному рівні технологій, прогнози погоди певною мірою відповідають дійсності за 3 доби до природного явища. За 3 доби можна передбачити силу вітру та висоту хвиль. Чим і керуються, компанії, які радять морякам, як прокладати маршрути та змінювати з урахуванням майбутніх обставин переходу. 26 листопада 2020 капітан “One Apus” звернувся до керуючої компанії, щоб вони дозволили змінити початковий план переходу. Компанія погодилась, але новий маршрут проліг у безпосередній близькості від кордону високих хвиль (більше, ніж 5 м) (Рис.3) [1].

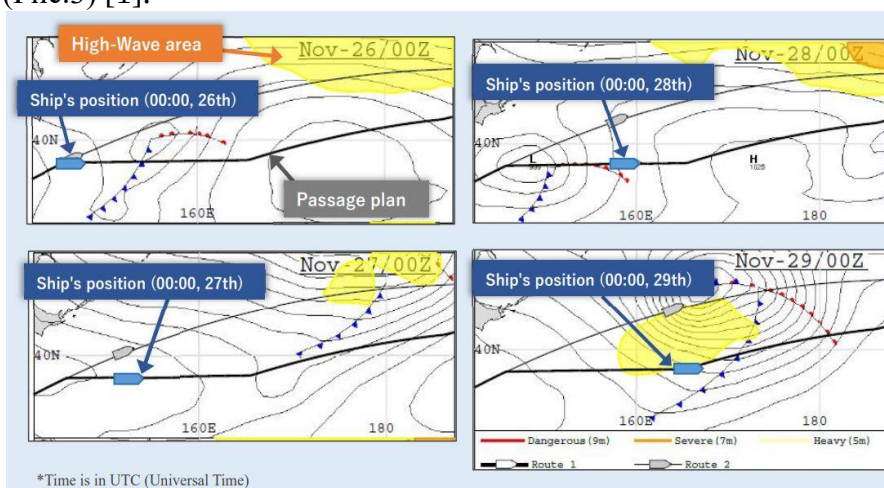


Рис.3. План переходу через Тихий океан, отриманий від компанії 26.11.2020

Коли ж через 3 доби, 29 листопада 2020 року, прогноз зазнав деяких змін, судно опинилось в області високого океанського зибу, що не передбачали ні компанія, ні капітан (Рис.4) [1]. Слід враховувати те, що карта погоди має дуже приблизну оцінку ситуації і не завжди відповідає дійсності на 100 відсотків.

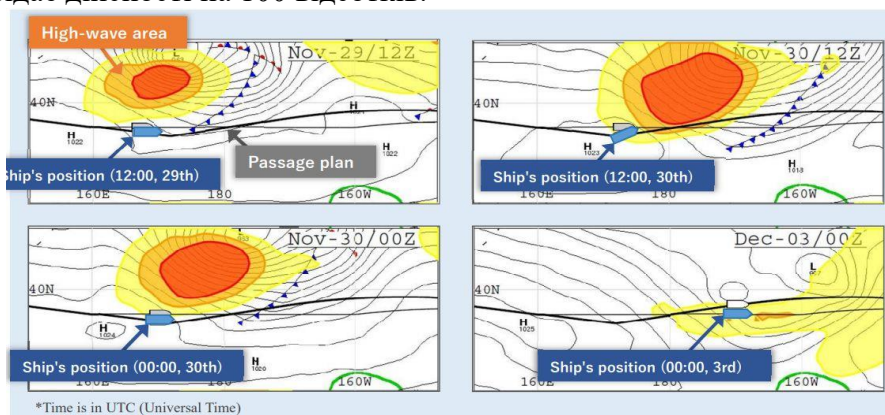


Рис.4. План переходу через Тихий океан, отриманий від компанії 29.11.2020

Цієї ситуації можна було би уникнути, якби прокласти маршрут судна трохи південніше від області високих хвиль (більше, ніж 5 м). За аналогією з відомим «правилом моряка 1-2-3» для уникнення зустрічі з тропічним циклоном (Рис.5), можна встановити певну відстань від запланованого маршруту судна до прогнозованого кордону великих океанських хвиль (більше, ніж 5 м).

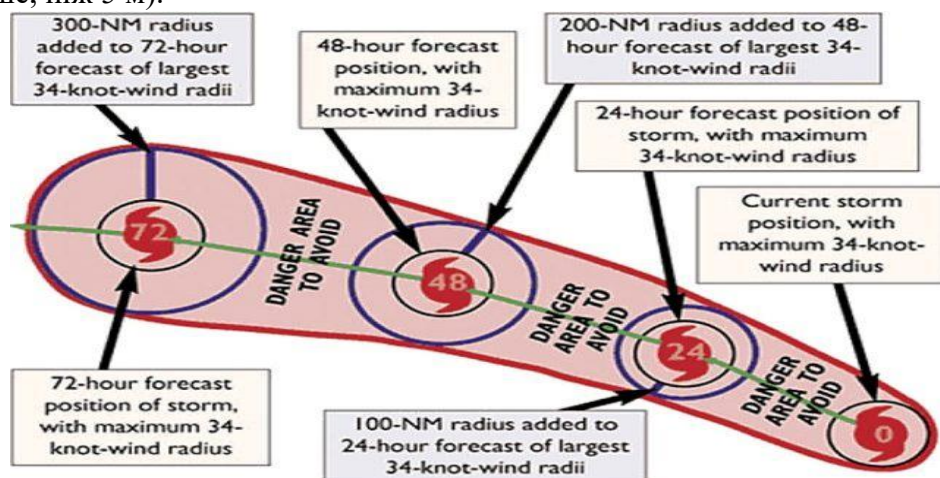


Рис.5. Правило моряка 1-2-3 або правило безпеки при розходженні з тропічним циклоном

Пропонуємо відстань 300 морських миль від прогнозованого кордону розповсюдження хвиль більше 5 метрів, спричинених субтропічним циклоном до плануємого маршруту судна через океан (Рис.6). 300 миль – це безпечна відстань, на випадок, якщо прогноз буде невірним, і треба буде втікати від субтропічного циклона, який змінив напрямок свого руху або посилювався на більшу відстань. 300 миль – це в 3 рази більше за 100 миль, які пропонує «правило моряка 1-2-3» для розходження з тропічним циклоном. А швидкість руху субтропічного циклону десь в 3 рази більша, ніж швидкість руху тропічного циклону. Відстань 300 миль дасть змогу завчасно змінювати курс судна та уникати небезпечних океанських хвиль.

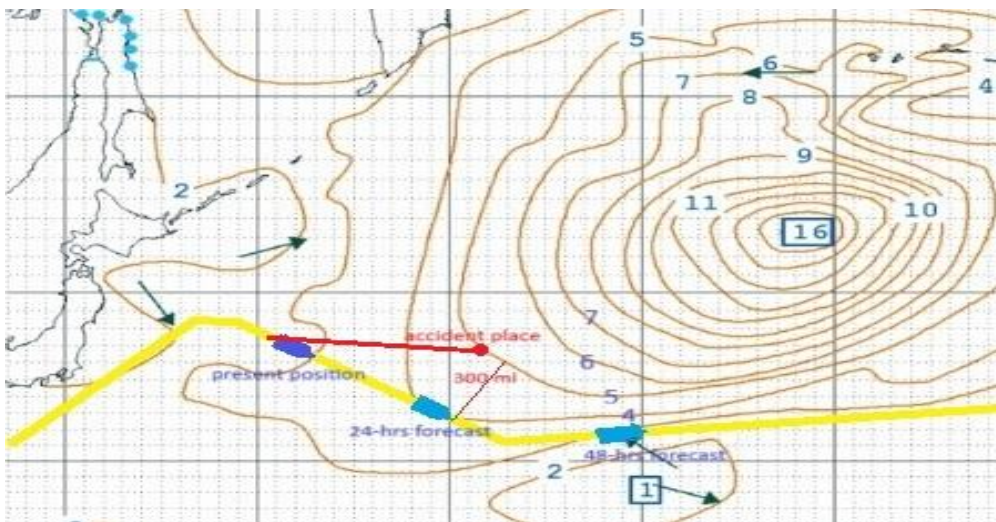


Рис.6. Пропонуємий маршрут судна з урахуванням відстані 300 миль від прогнозованих хвиль висотою 5 м і більше.

І зовсім невірно було планувати маршрут “One Apus”, який мав проходити зовсім поруч з областю великих хвиль (Рис.3). Над вечір 30 листопада судно опинилось в області великих океанських хвиль і воно стало потерпати від великих кутів нахилу судна. У сувору погоду кути крену, що перевищують 20° або навіть 30°, не є чимось незвичайним для суден малого та середнього розміру. Однак великі контейнеровози шириною понад 50 м рідко мають кути крену понад 10°. За розрахунками кути крену більше 16° були фатальними для “One Apus”. Кріплення контейнерів на палубі просто не витримало такого навантаження і майже 2000 контейнерів опинилось у воді.

Висновки і перспектива подальшої роботи по даному напрямку

Нова рекомендація, тримати своє судно за 300 морських миль від великих хвиль, допоможе навігаторам уникнути небезпечних кутів крену та втрати вантажу на палубі через помилку прогнозу погоди. Сучасне обладнання на борту дозволяє постійно оновлювати дані прогнозу погоди та тримати судно на безпечній відстані від руйнівних хвиль. В той же час, рекомендація «300 миль від хвиль більше 5 метрів», дасть змогу морякам обґрунтовано обирати маршрут для свого судна через океан (Рис.7).

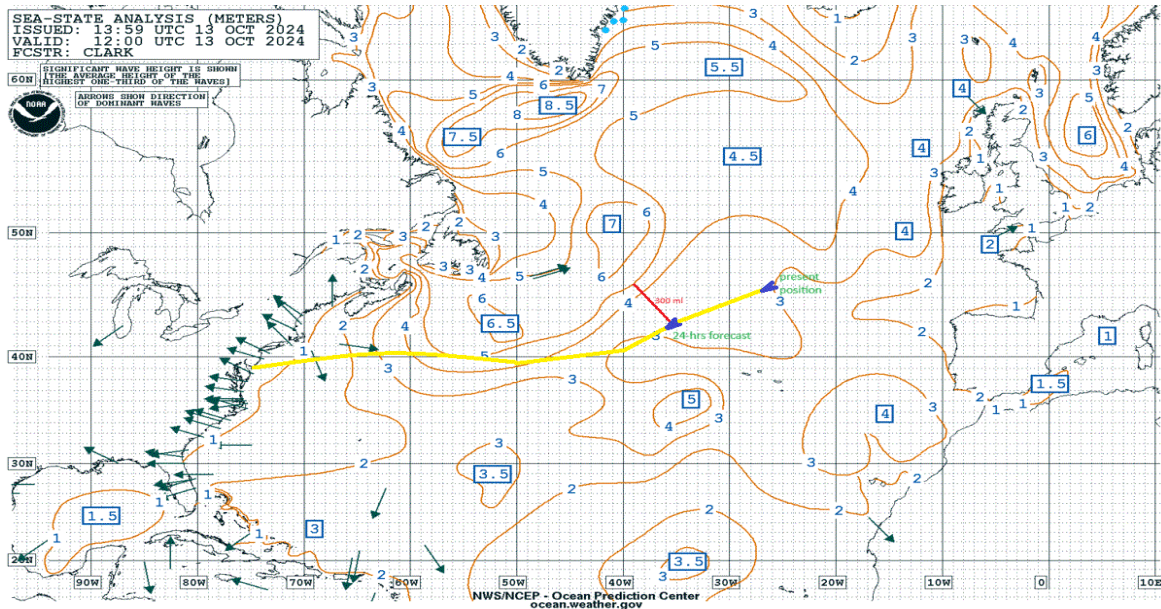


Рис.7. Маршрут великого контейнеровоза через Атлантичний океан з урахуванням дистанції 300 миль від судна до хвиль висотою 5 метрів та більше.

На превеликий жаль майже всі моряки, які працюють на великих контейнеровозах мають дуже слабкі знання про параметричні коливання та умови їх виникнення. Багато хто чув про це явище (80%), але не може пояснити причини параметричних коливань. Тільки 10% опитаних моряків в процесі навчання на курсах змогли виразно пояснити умови виникнення та способи запобігання явища параметричних коливань. Ще 10% моряків ніколи не чули про параметричні коливання та не усвідомлюють наслідки цього стану для судна.

Майже неможливо вжити будь-які дії, в зміні курсу або швидкості, коли судно повністю відповідає умовам виникнення параметричних коливань та судно вже потерпає від кутів крену, що перевищують 20°. Отже, важливо вжити необхідних заходів, щоб уникнути фатального впливу цього явища.

ЛІТЕРАТУРА

1. MARINE ACCIDENT INVESTIGATION REPORT. Container Ship “ONE APUS”. Japan Transport Safety Board, February 7, 2024.
2. Guidelines on Preventive Measures against Parametric Rolling. Class NK, 2023.
3. Introduction to Parametric Rolling Motion (PRM). The Nautical Institute, London, UK, 2014.
4. Revised Guidance to the Master for Avoiding Dangerous Situations in Adverse Weather and Sea Conditions. International Maritime Organization, London, 2007.
5. Development of Second Generation Intact Stability Criteria. International Maritime Organization, London, 2011.
6. Evaluation of vulnerability to parametric rolling. KTH Royal Institute of Technology School of Engineering Sciences, Stockholm, 2016.
7. Assessment of parametric roll resonance in the design of container carriers. American Bureau of Shipping, 2019.
8. Revised guidance to the master for avoiding dangerous situations in adverse weather and sea conditions. International Maritime Organization, London, 2017.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ СУДНОПЛАВНОЮ КОМПАНІЄЮ

Петріченко Є.А., к.т.н., доцент, к.д.п.

Національний університет "Одеська Морська Академія", Україна

У транспортному комплексі накопичилися проблеми, зумовлені невідповідністю між вимогами ринкової економіки, що розвивається, та структурою управління. Кризова ситуація на водному транспорті викликана:

- системною кризою транспортного комплексу;
- посиленням конкуренції над ринком транспортних послуг;
- старінням основних виробничих фондів, особливо флоту, та перевантажувальної техніки;
- зниженням ефективності діяльності більшості підприємств; зниженням їхньої платоспроможності;
- нестачею фінансових ресурсів для фінансового оздоровлення; наявністю значної кількості збиткових підприємств;
- високим рівнем експлуатаційних витрат;
- банкрутством підприємств;
- високим рівнем аварійності та негативним впливом на екологію;
- недостатньою пропускну здатністю внутрішніх водних шляхів;
- недостатнім рівнем застосовуваних інноваційних технологій на перевезеннях тощо.

Сучасному бізнесу потрібен новий підхід, який спрощує планування та дозволяє частіше та оперативніше оновлювати програму роботи. Цей процес повинен дозволяти компаніям швидко створювати оперативні плани та використовувати відповідні технології для їх удосконалення. Технологічне рішення має включати план кожного відділу, а також вихідні передумови щодо передбачуваного продажу, товарно-матеріальних запасів або інших ключових елементів. Результатом має бути загальне єдине уявлення про майбутній план [1, 2].

Загальний підхід має сприяти інтерпретації інформації, що надходить від каналів продажів, які є добрими індикаторами майбутнього попиту. Зазвичай ці дані існують у вигляді агрегатів. Для використання у плануванні вони мають бути перетворені на одиниці попиту. Крім цього, такі дані включають особисту думку окремих торгових представників щодо стану справ та прогнозів на майбутнє, що робить певний внесок у непослідовність, що існує в каналах продажу. В інструментах планування повинні використовуватися евристичні та аналітичні засоби фільтрації для обробки індивідуальних уподобань співробітників та непослідовних даних.

Запуск нових продуктів є ще однією проблемою, характерною для виробництва. Для того, щоб нові продукти були включені в загальний план, інструменти планування повинні підтримувати різноманітні моделі життєвого циклу продуктів та маркетингу, які використовуються у виробництві. Ці моделі зазвичай представляють плановані дати випуску продуктів, прогнози замовлень, просування, ціноутворення та інших ключових питань. .

На базі сучасних комп'ютерних технологій створено покоління систем управління, яке називається ERP (Enterprise Resource Planning – планування ресурсів підприємства, тобто системи управління ресурсами). У Україні є аналогом корпоративні інформаційні системи (KIC). Такі системи надають можливість працювати на інтегрованому інформаційному полі безлічі віддалених користувачів, що забезпечує максимальний ефект при керуванні великими виробництвами та корпораціями.

KIC - дозволяють вирішити такі завдання:

- організувати ефективне планування всієї фінансової та господарської діяльності;
- підвищити довіру інвесторів шляхом формування максимальної прозорості бізнесу;

- знизити ризики та збільшити прибуток за рахунок оперативного прийняття рішень та їх точності, інтуїтивності системи управління, розмежування доступу до інформації відповідно до посад співробітників та реалізації функцій її безпеки;

- скоротити кількісний аспект втрат робочого часу за рахунок виключення дублювання даних різними службами та організації безперешкодного обміну даними між відділами компанії.

Проектування інформаційних моделей (концептуальних інформаційних схем), що лежать в основі модулів корпоративної інформаційної системи (КІС), забезпечує менеджменту детальну та точну інформацію по всьому комплексу процесів та ділових функцій.

На рис.1, представлена розроблена інформаційна схема модуля формування умов замовника.

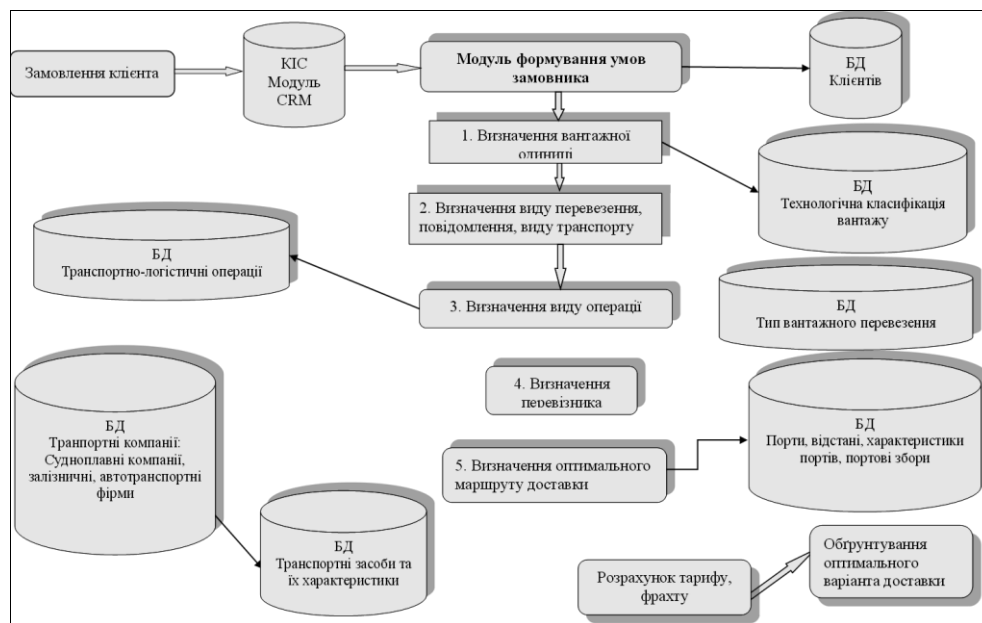


Рис.1. Модуль формування умов замовника

Модуль формування умов замовника є складовою технології CRM (Customer Relationships Management) – управління взаємовідносинами з клієнтами.

CRM-системи дозволять відстежувати історію розвитку взаємовідносин із замовниками, координувати багатосторонні зв'язки з клієнтами та централізовано управляти послугами, що надаються. Це стратегія компанії, яка визначає взаємодію з клієнтами у всіх організаційних аспектах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Industrial manufacturing trends 2020: Succeeding in uncertainty through agility and innovation URL: <https://www.pwc.com/gx/en/ceosurvey/2020/trends/industrial-manufacturing-tren>
2. TJean-Paul Rodrigue (2024), New York: Routledge, 402 pages. ISBN 9781032380407(2024), <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1519143>
3. Jenkins, J.A. (CEO, AARP), 2019. An Ageing Workforce Isn't a Burden. It's an Opportunity, World Economic Forum Annual Meeting, 3 Jan. 2019. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/an-aging-workforce-isnt-aburden-its-anopportunity/>

ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ НЕПРОДУКТИВНИХ ПРОСТОЇВ СУДЕН НА ВАНТАЖНИХ ТЕРМІНАЛАХ

Петров І.М., д.т.н., професор, к.д.п., Рудніченко М.Д., к.т.н., доцент, Казак Ю.В., к.т.н

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Розгляд діяльності портових терміналів як ланок транспортно-логістичних ланцюгів пов'язані з прогнозуванням ризиків несвоєчасного прибуття вантажу складу чи взагалі з відсутності його складі у необхідному кількості. Цей прогноз необхідний для науково обґрунтованого управління зазначеними ризиками [1].

Постановка задачі. Нами розглянуто портовий термінал, що складається з n взаємозамінних причалів та складу. Однорідний вантаж завозиться до складу терміналу наземними транспортними засобами (ТЗ), що описується моделлю процесу накопичення [2]. Інтервали часу між сусідніми моментами прибуття ТЗ є взаємно незалежними випадковими величинами (ВН ВВ) з однаковою функцією розподілу (фр) $A(t)$, а їх вантажопідйомності (в/п) – також ВН ВВ з однією фр $G(x)$. Весь вантаж вивозиться суднами, що прибувають відповідно до закону Пуассона з параметром a , а фр чистої в/п довільного судна є $H(x)$. Інтенсивність навантаження на судно є W . Гранично допустима довжина черги суден в очікуванні причалу є r .

Результати дослідження. Побудова математичної моделі виконано у припущенні, що: місткість складу досить велика, що унеможливує додаткові простой ТЗ; час вивантаження вантажу з ТЗ на склад дуже мало, тобто фронт вивантаження має необмежену пропускну здатність. Ці припущення не відкидають ситуації очікування судами підвезення вантажу на ТЗ.

Позначимо: – $v(t)$ кількість суден, що стоять біля причалів та в черзі до них у момент часу t ; $\xi(t)$ – кількість вантажу на складі в момент часу t .

Моделю описується системою інтегро-диференціальних рівнянь щодо граничного розподілу ймовірностей. Для вивчення роботи терміналу в режимі потрібно знайти граничний при $t \rightarrow \infty$ розподіл випадкового вектору $\{v(t), \xi(t)\}$.

Позначимо: $F_k(x) = \lim_{t \rightarrow \infty} P\{v(t) = k, \xi(t) \leq x\}, x \geq 0, k = 0, 1, \dots, n + r$,

шукаємий граничний розподіл ймовірностей (у припущенні існування зазначених меж). Для його знаходження зроблено низку додаткових припущень, що дозволяють звести випадковий процес $\{v(t), \xi(t)\}$ до марковського. Справедливо

$$A(t) = 1 - e^{-\lambda t}, t \geq 0;$$

$$H(x) = 1 - e^{-x/g}, x \geq 0,$$

де $1/\lambda$ – середній інтервал часу між сусідніми прибуттями суден на термінал; g – середня чиста в/п судна.

При цих припущеннях потік завантажених ТЗ описується моделлю складного пуассонівського процесу $X(t)$, $X(0)=0$, з невід'ємними не негативними траєкторіями та нульовим зносом [3], а процес $\{v(t), \xi(t)\}$ стає однорідним марківським. Для знаходження граничного розподілу цього процесу необхідно спочатку вивести відповідну систему інтегро-диференціальних рівнянь шляхом запису асимптотичних співвідношень, що пов'язують розподіл, що шукається, у двох нескінченно близьких моментах часу, і в подальшому граничному переході [4].

Типові ймовірні міркування [5,6] показують справедливність наступної системи інтегро-диференціальних рівнянь і граничних умов:

$$0 = -(\lambda_1 + \lambda_2)F_0(x) + \lambda_1 \int_0^x G(x-y) dF_0(y) + \mu(F_1(x) - F_1(0)), x > 0, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} -W_k F_k'(x) = & -(\lambda_1 + \lambda_2)F_k(x) + \lambda_1 \int_0^x G(x-y) dF_k(y) - \mu_k(F_k(x) - F_k(0)) + \\ & + (N-k+1)\lambda_2 F_{k-1}(x) + \mu_{k+1}(F_{k+1}(x) - F_{k+1}(0)), x > 0, k=1,2,\dots,n+r-1, \end{aligned} \quad (2)$$

$$-W_N F_N'(x) = -(\lambda_1 + \mu_N)F_N(x) + \lambda_1 \int_0^x G(x-y) dF_N(y) + \lambda_2 F_{N-1}(x), x > 0, \quad (3)$$

$$W_k F_k'(0) = [\lambda_1 + \lambda_2(N-k)]F_k(0) + \lambda_2(N-k+1)F_{k-1}(0), k=1,2,\dots,N, \quad (4)$$

$$F_0(0) = 0. \quad (5)$$

де $W_k = \mu_k g$; $\mu_k = \mu \min(k, n)$; $\mu = W / g$.

Умова нормування:

$$\sum_{k=0}^N F_k(\infty) = 1. \quad (6)$$

Система рівнянь (1)-(6) може бути вирішена аналітично за допомогою методу перетворення Лапласа. Позначимо через

$$\varphi_0(s) = \int_0^\infty e^{-sx} dF_0(x), \quad (7)$$

$$\varphi_k(s) = F_k(0) + \int_0^\infty e^{-sx} dF_k(x), \operatorname{Re} s \geq 0, k=1,2,\dots,n+r,$$

перетворення Лапласа-Стилтьєса від функцій $F_k(x), k=0,1,\dots,n+r$. Перетворимо систему (1)-(6), застосувавши до інтегральних членів теорему про згортання функцій та враховуючи умови (4), (5). Як результат, отримуємо наступну систему алгебраїчних рівнянь для знаходження функцій (7):

$$-[\lambda_1(1-g(s)) + \lambda_2]\varphi_0(s) + \mu_1\varphi_1(s) = \mu_1 F_1(0), \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & -[-sW_k + \mu_k + \lambda_1(1-g(s)) + \lambda_2]\varphi_k(s) + \lambda_2\varphi_{k-1}(s) + \\ & + \mu_{k+1}\varphi_{k+1}(s) = (-\mu_k + sW_k)F_k(0) + \mu_{k+1}F_{k+1}(0), k=1,2,\dots,n+r-1, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} & -[-sW_N + \lambda_1(1-g(s)) + \mu_N]\varphi_{n+r}(s) + \lambda_2\varphi_{n+r-1}(s) = \\ & = (-\mu_{n+r} + sW_{n+r})F_{n+r}(0), \operatorname{Re} s \geq 0; \end{aligned} \quad (10)$$

$$\sum_{k=0}^{n+r} \varphi_k(0) = 1. \quad (11)$$

Підсумовуючи рівняння системи (8)-(10), після елементарних перетворень отримаємо рівність:

$$-\lambda_1(1-g(s)) \sum_{k=0}^{n+r} \varphi_k(s) = s \sum_{k=1}^{n+r} [W_k(F_k(0) - \varphi_k(s))]. \quad (12)$$

Розділивши обидві його частини на s і перейшовши до межі при $s \rightarrow +0$, отримаємо співвідношення

$$\lambda_1 g^{(1)} = \sum_{k=1}^{n+r} W_k(F_k(\infty) - F_k(0)), \quad (13)$$

где $g^{(1)} = \int_0^{\infty} x dG(x) < \infty$ – середня в/п одного ТЗ.

Видно, що в лівій частині рівності (13) стоїть інтенсивність вантажопотоку, що надходить на склад терміналу, а в лівій - інтенсивність потоку відвантажуваного зі складу на судна вантажу.

Рішення системи (8)-(10) може бути знайдено шляхом послідовного вираження функцій $\varphi_k(s), k=1,2,\dots,n+r$, через $\varphi_0(s)$ та подальшого використання рівності (12).

Постійні, що залишилися невідомими $F_k(0), k=1,2,\dots,n+r$, знаходяться з умови аналітичності функцій $\varphi_k(s), k=0,1,\dots,n+r$, у правій напівплощині $\text{Res} \geq 0$. Можна показати, що визначник системи (8)-(10) має рівно $n+r$ нулів у цій напівплощині.

Визначивши функції $F_k(x), k=0,1,\dots,n+r$, можна обчислити:

а) стаціонарне математичне очікування кількості вантажу, що знаходиться на складі у довільний момент часу,

$$\mathbf{M}\xi = \int_0^{\infty} x \sum_{k=0}^{n+r} dF_k(x) = - \sum_{k=0}^{n+r} \frac{d}{ds} \varphi_k(s) \Big|_{s=0}; \quad (14)$$

б) стаціонарне математичне очікування числа судів, що у довільний час на терміналі,

$$\mathbf{M}\nu = \sum_{k=1}^{n+r} k F_k(\infty) = \sum_{k=1}^{n+r} k \varphi_k(0); \quad (15)$$

в) стаціонарну ймовірність того, що склад порожній і судна додатково простоюють в очікуванні підвезення вантажу

$$\sum_{k=1}^{n+r} F_k(0); \quad (16)$$

г) пропускну спроможність термінального фронту навантаження

$$\sum_{k=1}^{n+r} W_k F_k(\infty). \quad (17)$$

Зазначимо, що резерв пропускну спроможності фронту навантаження терміналу

$$\sum_{k=1}^{n+r} W_k F_k(\infty) - \lambda_1 g^{(1)} \quad (18)$$

повинен бути позитивним, щоб уникнути занадто великого скупчення вантажу (див. (13)).

Висновки

1. З формальної точки зору позитивність резерву означає режиму роботи аналізованої транспортно-складської системи.

2. Проведені дослідження дозволяють поширювати висновки на розробку критеріїв доцільності страхування ризику простою суден через додаткове очікування підвезення вантажу на термінал.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петров І.М. Сучасний стан і проблеми розвитку берегових сервісних формувань на морському транспорті / Принципи розвитку організації морських перевезень в сучасних умовах міжнародного судноплавства: монографія // [авт. кол.: Ніколаєва Л.Л., Савчук В.Д., Петров І.М. та ін.] під редакцією Л.Л. Ніколаєвої. – Одеса: НУ «ОМА». 2019. – С. 123–162.
2. Воевудский, Е.Н. Стохастические модели в проектировании портов и управлении их деятельностью / Е.Н. Воевудский, М.Я. Постан. – М.: Транспорт, 1987. – 318 с.
3. Постан, М.Я. Экономико-математические модели смешанных перевозок/М.Я. Постан. – Одесса: Астропринт, 2006. – 376 с.
4. Постан, М.Я. Об унифицированных схемах моделирования взаимодействия транспортных потоков в пунктах перевалки грузов/М.Я. Постан // ВИНТИ. Транспорт: наука, техника, управление. – 1992. – №6. – С. 8–20.
5. Prabhu, N.U. Stochastic storage processes: queues, insurance risk, dams, and data communications. 2nd Ed./ N.U. Prabhu. NY–Berlin–Heidelberg: Springer, 1997. – 206 p.
6. Постан М.Я. A method of determination of port terminal capacity under irregular cargo delivery and pickup/М.Я. Постан, Л.В. Кущнір//Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – V.4, № 4/3 (82). – P. 30–37. (DOI: 10.15587/ 1729 - 4061.2016.76285)

УДК 004.009

ПЕРЕВАГИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ НАВЧАННЯ БЕЗ ВЧИТЕЛЯ ПРИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОМУ АНАЛІЗІ ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ ФІНАНСОВИХ ДАНИХ

Рудніченко М.Д., к.т.н, доцент, Шведов Д.В., аспірант, Байраченко О.В., аспірант

Національний університет «Одеська політехніка», Україна

Вступ. Використання моделей навчання без учителя в інтелектуальному аналізі великих обсягів фінансових даних має ряд переваг і можливостей, які можуть підвищити ефективність аналізу та прийняття рішень. Це зумовлено тим, що сучасний бізнес, фінансові установи та державні органи залежать від швидкої обробки та точності аналізу інформації для досягнення конкурентних переваг, оптимізації процесів та мінімізації ризиків [1]. Основним факторами актуальності підвищення ефективності аналізу великих даних є наступні.

Зростання обсягу даних. Щодня створюються величезні обсяги інформації в різних сферах, зокрема у фінансових, медичних, соціальних мережах та електронній комерції. Для того, щоб ефективно працювати з цією інформацією, необхідно постійно вдосконалювати методи аналізу, що дозволяють швидко і точно знаходити корисну інформацію.

Конкурентні переваги та інновації. Компанії, які здатні оперативно аналізувати великі дані, можуть розвивати інноваційні рішення, які базуються на точних аналітичних інсайтах, наприклад, автоматизовані прогнози, поведінковий аналіз клієнтів або персоналізовані пропозиції. Це дозволяє досягати кращої задоволеності клієнтів і підвищення лояльності.

Підвищення ефективності та швидкості прийняття рішень. Швидкий доступ до релевантної інформації дає можливість приймати зважені рішення в режимі реального часу,

що критично важливо в фінансовому секторі, логістиці, медицині та інших галузях. Це дозволяє уникати помилок, зменшувати витрати, оптимізувати роботу і знижувати ризики.

Мінімізація ризиків та покращення безпеки. Вчасний аналіз даних допомагає виявляти аномалії та потенційні загрози безпеці, такі як шахрайські дії, кіберзагрози чи фінансові кризи. Ефективні методи аналізу великих даних дозволяють швидко реагувати на проблеми і запобігати збиткам [2].

Розробка штучного інтелекту та машинного навчання. Ефективна обробка великих обсягів даних дозволяє підвищити точність і швидкість роботи алгоритмів штучного інтелекту, що створює можливість для автоматизації рутинних задач, обслуговування клієнтів, прогнозування попиту та багатьох інших задач.

Основна частина. Слід зазначити наступні важливі аспекти та можливості застосування алгоритмів та моделей навчання без вчителя [1-3]:

1. Виявлення прихованих патернів і кластерів. Моделі навчання без вчителя, такі як кластеризація (наприклад, метод К-середніх або ієрархічна кластеризація), дозволяють виявляти приховані групи в даних без попередніх знань про мітки чи категорії. Це особливо корисно у фінансових даних, де можливе автоматичне виявлення спільних характеристик клієнтів, груп ризику, аномальних поведінкових патернів.

2. Аномалії та шахрайство. Алгоритми навчання без учителя, наприклад методи виділення аномалій, можуть виявляти підозрілі транзакції або фінансові операції, які не відповідають типовим моделям. Це допомагає фінансовим установам виявляти шахрайство та мінімізувати фінансові втрати.

3. Скорочення людської участі. Моделі навчання без учителя не потребують міток або попередньої класифікації даних, що знижує потребу в ручному маркуванні. Це дозволяє автоматизувати велику частину аналітики, зокрема у великих масивах даних, що є корисним для фінансових організацій із великим обсягом транзакцій.

4. Підвищення точності прогнозування. За допомогою алгоритмів, як PCA (метод головних компонент), можна зменшити розмірність даних, виділяючи основні характеристики, що впливають на фінансові результати. Це може сприяти підвищенню точності прогнозування, оскільки дозволяє моделі навчатися на більш релевантних параметрах.

5. Побудова рекомендаційних систем. У фінансах рекомендаційні системи, що базуються на моделях без учителя, можуть допомогти з персоналізацією пропозицій для клієнтів, підвищуючи задоволеність користувачів та стимулюючи продажі. Наприклад, банки можуть використовувати алгоритми навчання для автоматичного підбору продуктів, таких як кредити чи інвестиційні можливості, відповідно до профілю користувача.

6. Зменшення ризиків та оптимізація портфелів. Кластеризація активів на основі їхньої поведінки може допомогти інвесторам у диверсифікації ризиків та розробці стратегій оптимізації портфелів. Це дозволяє побудувати збалансований портфель із врахуванням поведінкових кореляцій між активами.

Доцільними та ефективними прикладами зазначених алгоритмів є такі, як:

- кластеризація, що групує об'єкти в кластери на основі їхніх характеристик, до неї відносяться алгоритми К-середніх (розділяють дані на К кластерів, мінімізуючи середню відстань між об'єктами та центрами кластерів), ієрархічна кластеризація (створюється ієрархія кластерів, що може бути представлена у вигляді дендрограми) та DBSCAN (виявляє кластери різної форми та розміру, спираючись на щільність даних);

- зменшення розмірності, алгоритми зменшують кількість ознак у наборі даних, зберігаючи при цьому важливу інформацію, зокрема це є метод головних компонент (PCA) (знаходить нові осі, що максимізують дисперсію даних), t-SNE (візуалізує дані у низькорозмірному просторі, зберігаючи відстані між точками) та UMAP (подібний до t-SNE, але з більшою ефективністю при обробці великих наборів даних).

Таким чином, для того, щоб підвищити ефективність аналізу та прийняття рішень, потрібно вирішити ряд технічних і організаційних питань: розробка та вдосконалення

алгоритмів машинного навчання, впровадження хмарних технологій для зберігання та обробки даних, захист приватності та конфіденційності інформації.

Висновки. Використання навчання без учителя дозволяє отримувати додаткову інформацію з даних та приймати обґрунтовані фінансові рішення. Однак для досягнення найкращих результатів ці методи часто застосовують разом з навчанням з учителем та іншими підходами, що дає змогу повніше використати потенціал даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Байраченко О.В. Аналіз призначення та можливостей кластерного аналізу даних для завдань сегментації / О.В. Байраченко, М.Д. Рудніченко // XVI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології і автоматизація - 2023» 19-20 жовтня 2023 р., м. Одеса. – 2023. - С.323-324.
2. Шведов Д. Система прогнозування фінансових часових рядів на основі використання нейронних мереж / Д. Шведов, І. Шпінарева, М. Рудніченко // «ІНФОРМАЦІЙНІ УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ» (ІУСТ-ОДЕСА-2023). Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції, 21 - 23 вересень 2023 р Одеса / вип. ред. В.В. Вичужанін, 2023. - С.118-120.
3. Шведов Д.В. Інтелектуальний модуль збору та аналізу даних для пошуку аномалій / Д.В. Шведов, Ю.О. Бут // II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Інновації та перспективні шляхи розвитку інформаційних технологій» ППШРІТ-2023, 6 грудня 2023 року, м.Черкаси, Україна. С. 78-79.

УДК 656.614.3.073

МОНІТОРИНГ МІКРОКЛІМАТУ ТРЮМІВ БАГАТОЦІЛЬОВОГО СУДНА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ РЕЖИМНИХ ВАНТАЖІВ

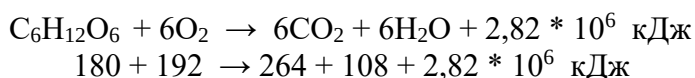
Віктор Савчук, к.т.н., с.н.с., професор

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Значну номенклатуру вантажів, які перевозять багатоцільові судна, складають гігроскопічні вантажі, такі як плоди, овочі, зернові вантажі і продукти їх переробки (мука, крупа, макарони), а також пряності, кофе, какао, макуха, хлопок, джут, папір, вугілля, рудні концентрати та інш. Ці вантажі утримують у своєму складі так звану гігроскопічну вологу. Гігроскопічність виявляється у здатності вантажу обмінюватися вологою з повітрям через парову фазу. Напрямок процесу обміну і маса вологи, яка знаходиться у вантажі, залежить від температури t і відносної вологи ϕ повітря (зовнішнього і трюмного).

До перевезення на транспортних судах приймаються гігроскопічні вантажі з кондиційною вологістю U_k , значно меншою максимальної гігроскопічної $U_{\max}$, оскільки при високій вологості вантажу $U_{\max} \geq U_k$ в його штабелі інтенсивно розвиваються біохімічні процеси «дихання» з виділенням тепла і вологи, а також розвивається мікрофлора, яка викликає процеси розпаду речовини вантажу з виділенням тепла.

Процес «дихання» супроводжується поглинанням кисню та виділенням вуглекислоти, вільної вологи і тепла, на що витрачається частина сухої маси вантажу. При достатньому доступі кисню повітря, аеробне «дихання» описується наступним рівнянням:



Із цього витікає, що при спаленні в процесі сгорання «дихання» 1 кг сухої маси вантаж поглинає з повітря $0,75 \text{ м}^3$ кисню і виділяє в повітря стільки ж вуглекислого газу, $0,6 \text{ кг}$ води і $15,7 \cdot 10^3 \text{ кДж}$ тепла. Втрата сухої маси є складовою частиною зменшення маси вантажу, а газообмін суттєво впливає на формування газового складу трюмного повітря. Тепло і волога,

яка виділяється в процесі «дихання», в свою чергу, сприяють зволоженню та самозігріванню окремих локальних об'ємів вантажу.

Для формування оптимального мікроклімату трюмів багатоцільового судна з метою збереження якості та маси режимних вантажів судноводіям необхідно протягом рейсу здійснювати моніторинг стану трюмного повітря, своєчасно включати систему вентиляції трюмів та забезпечувати раціональний повітрообмін.

Для виконання розрахунків повітрообміну трюмів пропонується використати розрахункові формули, які представлені нижче:

1. Повітрообмін для видалення надлишків тепла.

– вентилювання без рециркуляції:

$$V_B = \Sigma Q_{ЯВН} / C_{\Pi} \rho_{\Pi} \Delta t_{TP} \quad (1)$$

– вентилювання з рециркуляцією:

$$V_B = B (8,34 \Sigma Q_{ЯВН} + M_{\Pi} \Delta t_1 / 2 C_{\Pi} (\Delta t_2 + B \Delta t_1)) \quad (2)$$

$$\Delta t_1 = \Delta t_{\Pi} - \Delta t_3; \quad \Delta t_2 = \Delta t_{МП} - \Delta t_{\Pi}$$

де: $\Sigma Q_{ЯВН}$ - кількість явного тепла, що асимілюється або віддається повітрям, яке поступає в трюм, Вт;

C_{Π} - питома теплоємність вентиляційного повітря, для сухого повітря $C_{\Pi} = 10^3$ Дж/кг;

ρ_{Π} - щільність вентиляційного повітря, кг/м³;

t_{TP} ; t_3 ; t_{Π} ; $t_{МП}$ - температура повітря: трюмного, зовнішнього, поступаючого, міжвантажного простору, відповідно, °С;

B - коефіцієнт, який враховує долю виділень (пару, газів, води і т.п.), що знаходяться в міжвантажному просторі, $B = 0,75 \div 0,85$;

M_{Π} - маса поступаючого повітря, кг/год.

Кількість явного тепла $\Sigma Q_{ЯВН}$, яке асимілюється або віддається повітрям, що надходить в трюм складається із притоків тепла від огорожі трюму, сонячної радіації, тепла аеробного дихання вантажів рослинного походження та інш. Наприклад, розрахункова напруга від сонячної радіації складає в Чорному морі з виходом в тропічні моря: на вертикальну поверхню 720 Вт/м² (620 Ккал/м²год), горизонтальну 1050 Вт/м² (900 Ккал/м²год), питома тепловиділення картоплі 0,0100 Вт/кг, моркви – 0,0135 Вт/кг, буряка червоного – 0,0195 Вт/кг, яблук – 0,0121 Вт/кг, а питома маса виділяемого вуглекислого газу при 0° С складає: картоплі – 3,77 г/т год., моркви – 3,74 г/т год., буряка червоного – 7,27 г/т год., яблука – 4,48 г/т год.

2. Повітрообмін для видалення надлишків вологи.

– вентилювання без рециркуляції:

$$V_B = D / d_{TP} - d_3 \quad (3)$$

– вентилювання з рециркуляцією:

$$V_B = B (2D - M_{\Pi} \Delta d_1) / 2 (\Delta d_2 + B \Delta d_1) \quad (4)$$

$$\Delta d_1 = d_{\Pi} - d_3; \quad \Delta d_2 = d_{МП} - d_{\Pi},$$

де: D - виділення вологи в трюмі, г/час;

d_{TP} ; d_3 ; d_{Π} ; $d_{МП}$ – вологовміст трюмного, зовнішнього, поступаючого приточного, рециркуляційного повітря, г/кг.

Виділення вологи D в трюмі може виникати при охолодженні трюмного повітря в результаті віддачі вологи гігроскопічними вантажами, наприклад, такими як сахар-сирець, мінеральні добрива, вантажі рослинного походження.

Плодовоовочеві вантажі виділяють тепло і вологу при «диханні», а також внаслідок випаровування з міжклітинної тканини.

Значення виділення вологи і тепла для деяких овочевих вантажів приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Втрати вологи і тепла при зберіганні 1 тони вантажу

Період зберігання	Картопля		Морква		Цибуля		Капуста	
	Вода, г	Тепло, 10 Дж	Вода, г	Тепло, 10 Дж	Вода, г	Тепло, 10 Дж	Вода, г	Тепло, 10 Дж
Осінній	24,4	115,2	34,1	210,7	30,5	91,3	48,7	103,1
Зимовий	7,9	27,2	5,6	39,1	6,2	15,9	34,2	59,5
Весняний	12,8	52,4	16,6	128,2	14,2	76,3	13,2	90,1

3. Повітрообмін для видалення або зменшення концентрації шкідливих парів та газів.

Серед вантажів, які перевозяться багатоцільовими суднами є такі, що в числі грузів, перевозимих морем, є такі, складають загрозу для життя та здоров'я людини. Щоб визначити можливість безпечної роботи членів екіпажу судна при перевезенні таких вантажів, необхідно знати два параметри: концентрацію ядовитих речовин в повітрі і гранично допустиму концентрацію (ГДК), тобто, максимальну концентрацію газу, пару або пилу в повітрі, яка при довготривалій дії переноситься людиною без будь-яких наслідків. Значення ГДК для небезпечних речовин наведені в Правилах МОПОГ, санітарних правилах, а для деяких небезпечних речовин наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Значення ГДК для деяких шкідливих та ядовитих речовин

Речовина	ГДК, мг/м ³	Речовина	ГДК, мг/м ³
Альдрін	0,01	Ртуть металева	0,01
Аміак	2,0	Оксид вуглецю	20,0
Аполін	3,0	Свинцевий хромоокисний	0,01
Ацетальдегід	5,0	Сірководень	10,0
Ацетилен 4-хлористий	5,0	Сірковуглець	10,0
Ацетон	200,0	Синильна кислота	0,3
Барій	0,5	Спирт метиловий	50,0
Бензин хлористий	1,0	Толуол	50,0
Бензин-розчинник ЗСО	300,0	Триметиламін	25,0
Діметиламін	7,0	Трихлоретилен	50,0
Рідина етилова	0,005	Уайт-спирт	300,0
Метанол	50,0	Формальдегід	1,0
Миш'як і його з'єднання	0,3	Фосген	0,5
Нафталін	20,0	Фосфор білий, сухий	0,03
Нітрохлорбензоли	1,0	Цинк фосфористий	0,1

Для визначення маси шкідливих речовин $M_{шк}$, які виділяються в трюмі судна під час перевезення небезпечних вантажів необхідно використовувати інформацію про фізико-хімічні властивості вантажу, його транспортні характеристики, властивості груза, його транспортні характеристики.

– вентиляція без рециркуляції:

$$V_B = B M_{шк} \rho_{ВД} / ГДК \rho_З \quad (5)$$

– вентиляція з рециркуляцією:

$$V_h = B \rho_{ВД} (2M_{шк} + V_{П} k_{П}) / 2\rho_З (k_{МП} - k_{П}) + B (2 k_{П} \rho_{П} - k_З \rho_{ВД}) \quad (6)$$

де: $\rho_{ВД}$; ρ_3 - щільність повітря, яке видаляється та зовнішнього повітря, кг/м³;

$M_{ШК}$ - маса шкідливих речовин, які виділяються в трюмі, кг/год;

k_H , k_{II} , k_U , $k_{МП}$ – об'ємна концентрація шкідливих речовин (виділень) в зовнішньому, поступаючому чому, видаленому повітрі і в між вантажному просторі, кг/м³;

$V_{ВП}$ - об'єм вентиляційного поступаючого повітря, м³.

Висновок. Запропоновані формули можливо успішно використовувати при розробці доповнення до суднової вантажної програми з метою виконання розрахунків раціонального стану мікроклімату трюмів багатоцільового судна при перевезенні режимних вантажів.

ЛІТЕРАТУРА

1. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (Grain Code) http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/INTERNATIONAL%20GRAIN%20CODE.pdf
2. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code) http://www.axelzone.ro/storage/ttm/_lessons/bulk_carriers/IMSBC%20CODE.pdf
3. International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code) <http://deckofficer.ru/titul/handbook/item/ibe-code-rus>

УДК 656.614Ю3.073

ВИКОРИСТАННЯ МАРКІРОВКИ ВАНТАЖІВ ПРИ ЗАВАНТАЖЕННІ БАГАТОЦІЛЬОВОГО СУДНА В ПОРТУ

Ірина Костіна, група 7301, керівник професор Віктор Савчук

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вантажі, призначені для перевезення морським транспортом, мають бути у транспортабельному стані, тобто упаковані у стандартну тару, мати правильне маркування, при потребі спресовані. Відповідність виду тари виду вантажу, що транспортується, визначають за стандартами на тару. Якщо упаковка того чи іншого вантажу не передбачена стандартом, він має бути пред'явлений у тарі, яка перебуває в добротному стані і забезпечує його збереження.

Для запобігання втрат вантажів протягом усього циклу їх транспортування від виробника до споживача здійснюється їх маркування, тобто наносяться на вантажні місця надписи та умовні знаки.

Метою маркування є наочний показ таких обов'язкових вимог:

- кожна вантажна одиниця має прямувати певним шляхом та досягнути місця призначення;
- з вантажною одиницею слід поводитись обережно під час зберігання, транспортування, при вантажно-розвантажувальних роботах і розпакуванні;
- вантаж має бути доставлений комплектно і в цілості.

У даний час розрізняється маркування: товарне, відправницьке, спеціальне і транспортне. Відправницьке, товарне та спеціальне маркування наноситься вантажовідправником, транспортне – перевізником або його агентом.

Залежно від умов договору маркування зазвичай має такі дані:

- товарне – найменування товару, заводська упаковка, номер замовлення та наряду, сорт, дата випуску;
- відправницьке – пункти відправлення та призначення, назва відправників та одержувачів, загальне число місць, маса брутто і нетто;
- транспортне – число місць у партії, що перевозиться за одним транспортним документом, порядковий номер вантажного місця в партії;
- спеціальне – попереджувальні написи і знаки, що передбачають спосіб поводження з товаром при його зберіганні, перевантаженні, перевезенні, використанні.

Для покращення роботи існує Міждержавний Стандарт маркування вантажу.

На тарно-пакувальні і штучні вантажі відправник зобов'язаний нанести маніпуляційні знаки і транспортні написи (основні, додаткові та інформаційні).

Маніпуляційні знаки – це знаки, які вказують на спосіб поводження з вантажем. Потреба нанесення маніпуляційних знаків визначається стандартами або іншими нормативнотехнічними документами на продукцію. Маніпуляційні знаки вказують на те, як потрібно поводитися з вантажем, щоб не порушити його товарний вигляд і якість. Подібні позначки визначають умови зберігання, перевезення, завантаження і розвантаження. Ними керуються всі учасники вантажоперевезень: складський оператор, водій, вантажник, одержувач і ін. Малюнок, назва, номер кожного маніпуляційного знака регламентується ГОСТом і встановлені міжнародними стандартами.

Основні написи:

- повне найменування вантажоодержувача;
- знаки маркування вантажів включають назву кінцевого місця призначення (ці відомості вказуються і в разі перевантаження);
- скільки місць в партії займає товар, порядковий номер місця в середині товарної партії. Ці показники вказуються при перевезенні: різнопланової продукції в однаковій тарі; при транспортуванні вантажу одного і того ж типу в різних контейнерах; коли за один раз перевозяться дрібні партії різної продукції.

Додаткові написи:

- повне найменування вантажовідправника;
- найменування пункту відправлення;
- відмітки компаній-перевізників.

Інформаційні написи:

- маса брутто і нетто вантажного місця (позначається в кг). Замість нетто можна позначати число товару в штуках, можна не маркувати масу або чисельність в одиницях, якщо ця інформація надана в транспортному маркуванні вантажів.
- габарити вантажного місця в сантиметрах (показники довжини, ширини або діаметра і висоти).

Основні, додаткові, інформаційні написи та маніпуляційні знаки мають бути нанесені на кожне вантажне місце. Допускається застосовувати попереджувальні написи, якщо неможливо висловити маніпуляційними знаками спосіб поводження з вантажем.

Всесвітні правила маркування вантажів регламентують використання попереджувальних знаків при транспортуванні хімічних, вибухонебезпечних та інших речовин і поширюються на перевезення як всередині країни, так і за її межами.

Основний символ, що попереджає про небезпеку – маркування у формі ромба. Червона фігура позначає вибухові речовини та речовини, які моментально запалюються. Якщо перевозиться тверда пожежонебезпечна продукція – на ромб потрібно нанести смуги червоного і білого кольору.

Зеленим відтінком відзначаються нетоксичні гази, синім – якщо вантаж виділяє горючі гази при взаємодії з водою, речовини, що окислюються, позначаються жовтим. Вимога до транспортування епідемічних і токсичних вантажів – біле маркування.

Існують цифрові коди, що позначають небезпечний вантаж. Призначення маркування вантажів дозволяє митникам, пожежникам, морській поліції та іншим службам визначати ступінь його небезпеки.

Штрихове кодування продукції не є обов'язковим при пакуванні, однак таке маркування зручне і його часто наносять вантажовідправники. Штрих-код відповідає 14 цифрам, які не потрібно запам'ятовувати. Кожна цифра вказує на певні параметри вантажу: код виробника, код товару, код країни. Основною зручністю є висока швидкість зчитування умовних знаків.

Висновок. Маркування вантажів дозволяє працівникам порту та судноводіям виконувати завантаження судна без затримок та розміщувати вантажі в трюмах чітко по коносаментам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ніколаєва Л.Л., Ворохобін І.І. Управління процесами морських перевезень: Підручник. – Одеса, НУ «ОМА», 2022, – 508 с.
2. Савчук В.Д. Технологія перевезення вантажів: Підручник, Вид. 2-ге перероблене і доповнене. – Одеса, НУ «ОМА», 2021. – 390 с.

УДК 656.614.3.073

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМІНАЛУ В ПОРТУ

Марія Курська, група 7301, керівник професор **Віктор САВЧУК**

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

В сучасних умовах глобалізації та зростання обсягів міжнародної торгівлі контейнерні перевезення стали одними з найбільш затребуваних і ефективних методів транспортування вантажів. Правильне розміщення контейнерів як у портах, так і на судах є основним фактором для безпечної та оптимальної доставки вантажів від відправника до одержувача в оптимальні терміни.

Контейнерні термінали є ключовими елементами в глобальній логістиці, після чого вони забезпечують обробку, зберігання та транспортування контейнерів. Ефективність роботи контейнерних терміналів виконують функції на швидкість і безпеку перевезення вантажів, що робить їхню організацію списку питань для портової інфраструктури. Правильне планування та організація роботи терміналів дозволяє мінімізувати час на завантаження/вивантаження контейнерів і оптимізувати логістичні процеси.

Контейнерний термінал включає кілька ключових елементів:

1. Просторі зони зберігання контейнерів. Для ефективного зберігання контейнерів необхідно чітко визначити зону організації короткострокового та довгострокового зберігання. Важливо підтримувати правильне розміщення контейнерів за типом вантажу, розмірами (20-футові, 40-футові) та умовами зберігання (звичайні, рефрижераторні тощо).

2. Підйомно-транспортне обладнання. До цього обладнання належать порталні крани, штабелери, тягачі, які забезпечують швидке і безпечне переміщення контейнерів з судна на причал і навпаки. Автоматизація цих процесів та впровадження автоматизованих систем дозволяє підвищити ефективність роботи терміналу.

3. Залізнична та автомобільна інфраструктура. Важливою частиною контейнерного терміналу є інтеграція із зовнішніми транспортними мережами для подальшого перевезення контейнерів. Наявність залізничних колій та зручних автошляхів дозволяє швидко переміщати контейнери між терміналом і транспортними вузлами.

4. Системи управління контейнерними потоками. Це комп'ютерні системи, які відстежують моніторинг і контроль за рухом контейнерів. Вони автоматизують процеси планування, відстеження та обліку контейнерів на терміналах, що знижує ймовірність помилок і прискорює логістичні процеси.

Контейнерні термінали повинні забезпечувати:

1. Прийом і облік контейнерів. Контейнери, які прибувають на термінал, повинні бути зареєстровані та промарковані для подальшого обліку. Використання спеціальної програми для управління контейнерними терміналами дозволяє автоматизувати цей процес і уникнути затримок.

2. Розподіл контейнерів за зонами зберігання. Для оптимізації простору та прискорення процесів завантаження/вивантаження контейнери розподіляють у певних зонах залежно від їхнього типу (для перевезення звичайних вантажів, небезпечних, рефрижераторних та інш.) і запланованого часу відправлення. Це дає можливість швидко розмістити та переміщати значну кількість контейнерів.

3. Засоби повинні бути чітко організовані для зменшення часу проведення вантажних операцій. Оптимальне використання порталних кранів, штабелерів та іншої спеціалізованої техніки є головною умовою для забезпечення безперервного процесу роботи терміналу.

4. Забезпечення безпеки. Контейнерні термінали повинні відповідати міжнародним стандартам безпеки. Це включає захист контейнерів від крадіжок, контроль за небезпечними вантажами та дотримання санітарних норм для рефрижераторних контейнерів. Також необхідно здійснювати необхідну кібербезпеку усіх процесів управління контейнерними терміналами, автоматизованих та інформаційних систем.

Одним із найбільших викликів для контейнерних терміналів є збільшення обсягу контейнерних перевезень, що вимагає постійного вдосконалення логістичних процесів. Рішенням є впровадження автоматизованої системи управління терміналами, що дозволяє зменшити людський фактор, прискорити обробку контейнерів і підвищити точність операцій. Крім того, використання сучасних технологій, таких як інтернет (IoT) і штучний інтелект, допоможе вчасно передбачити перезавантаження терміналів і оптимізувати процеси розподілу контейнерів.

Зелені технології також набувають популярності в роботі контейнерних терміналів, включаючи використання електричних кранів і транспортних засобів, що знижує рівень викидів і сприяє екологічності логістичних процесів.

Процедури завантаження та вивантаження контейнерів у порту є одним із ключових етапів у логістичному ланцюзі перевезення. Їх ціль – швидкість обробки вантажів, ефективність використання портової інфраструктури та забезпечують безпеку перевезення товарів. Завантаження та вивантаження контейнерів є високотехнологічним і складним процесом, що вимагає використання сучасного обладнання, автоматизованої системи управління та чіткої організації.

Основні етапи завантаження та вивантаження контейнерів:

1. Підготовка контейнерів. Перед початком операцій із завантаження або вивантаження контейнери повинні бути підготовлені до перевезення. Це включає їхнє попереднє сортування, перевірку на цільність, маркування та перевірку відповідності стандартам перевезень. У порту контейнери проходять процедури митного огляду та перевірки документів. [1, с. 132]

2. Використання підйомно-транспортного обладнання. Для виконання завантажувально-розвантажувальних робіт використовують спеціалізовані підйомні механізми, зокрема:

3. Портальні крани. Це найбільш розширений вид обладнання, яке використовується для підйому та переміщення контейнерів із судна на берег і навпаки. Портальні крани оснащені спеціальними гаком або захватами, які можуть швидко і безпечно працювати з контейнерами різного розміру (20-футових, 40-футових).

4. Штабелери. Штабелери використовують для пересування контейнерів на території порту та їх сортування. Вони також забезпечують розміщення контейнерів у штабелях на зберігання.

5. Розміщення контейнерів у портовій зоні. Після вивантаження з судна контейнери переміщуються в зоні зберігання. Тут контейнери тимчасово зберігаються до моменту їхнього перевезення автомобільним, залізничним або морським транспортом. Важливо правильно організувати розподіл контейнерів у зоні зберігання залежно від типу вантажу (рефрижераторні, небезпечні або звичайні контейнери) та термінів перевезення.

6. Документальне оформлення. Процедури завантаження та вивантаження контейнерів супроводжуються ретельним оформленням усіх документів. Мітні процедури, страхування вантажу, сертифікація та інші юридичні документи повинні бути узгоджені до та після обробки контейнерів.

Планування розміщення контейнерів та завантаження контейнерів на судно:

1. Розміщення контейнерів на судні має бути повністю сплановано, щоб забезпечити безпеку перевезення та рівномірний розподіл ваги. Перед початком завантаження

спеціалісти складають план розташування контейнерів, враховуючи вагу, габарити та тип вантажу (звичайний чи небезпечний). Також враховується порядок розвантаження в наступних портах, щоб уникнути переміщення контейнерів під час подальших операцій.

2. Завантаження за допомогою кранів. Контейнери завантажуються на борт судна за допомогою портальних кранів або мобільних кранів (залежно від технічної оснащеності порту). Під час завантаження враховується його остійність. Важливо, щоб важкі контейнери розміщувалися в трюмах судна, тоді як легші – на верхній палубі.

Після завантаження контейнери закріплюються за допомогою спеціальних засобів (тросів, штанг, фітингів, твістлоків та інш), щоб запобігти їх зміщенню під час перевезення. Це особливо важливо для забезпечення безпеки судна та екіпажу при плаванні в штормових умовах.

Процедура вивантаження контейнерів в порту також виконується за допомогою портальних кранів. Вона має бути скоординована з портовою адміністрацією, щоб мінімізувати простій суден і забезпечити швидке їх вивантаження. Після вивантаження контейнери транспортуються спеціальними тягачами або штабелерами в зону зберігання.

Після вивантаження контейнери проходять процедури обліку та перевірки на забруднення. За допомогою спеціалізованих програм управління контейнерними терміналами (TOS – Terminal Operating System) створюється контроль за веб-контейнером, а також ведеться його електронний облік. Це дозволяє забезпечити ефективну роботу портової інфраструктури та запобігти затрат часу для подальшого переміщення контейнерів одержувачам вантажу.

Висновки.

1. Контейнерні перевезення є невід'ємною частиною сучасної глобальної торгівлі та логістики. Ефективне використання контейнеровозів та універсальних суден забезпечує швидку, безпечну та економічно вигідну доставку вантажів між портами світового океану.

2. Технічні особливості контейнеровозів, зокрема їхня конструкція, спеціалізовані системи кріплення та можливості для перевезення великої кількості контейнерів, роблять їх оптимальними для масових морських перевезень.

3. Ефективна організація контейнерних перевезень дозволяє зменшити витрати, підвищити швидкість обробки вантажів і мінімізувати ризики під час транспортування, що є ключовими факторами успіху в сучасних логістичних ланках.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петрова А. В. Технічні аспекти розміщення контейнерів на судах. Матеріали конференції, м. Одеса, 2019. 132 с.
2. Мартиненко О. П. «Оптимізація розвантажувальних процесів: Системи та підходи», Київ, 2015. Т – С. 67-75.
3. Гончар І. С. "Основи контейнерних перевезень". Збірник наукових праць "Логістика та управління", Львів, 2016. – С. 102-115.

УДК 656.61.033

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РИНКУ СУДНОВОГО АГЕНТУВАННЯ

Ярмолівч Ю.Р., к.т.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Суднові агенти обслуговують морську галузь з самого початку комерційного судноплавства і відіграють важливу посередницьку роль в забезпеченні та координації суднової логістики.

Обсяг світового ринку послуг судноплавних агенцій оцінюється в USD 338,2 млрд в 2023 році з прогнозом зростання більш ніж на 6,2% до 2032 року, що обумовлюється подальшим розвитком міжнародної торгівлі та зростанням ступеня глобалізації [1]. Агентські

послуги судноплавної галузі розподіляють за спеціалізацією на сегменти: агентування суден (port agency), фрахтування тоннажу (charter agency), оформлення вантажу (cargo agency) та інші (insurance agency, tally agency etc). Відмічається також, що за обсягом ринку в грошовому вимірі суднове агентування сягає 20% ринку сервісних послуг судноплавної галузі [2]. За інформацією організації FONASBA, яка об'єднує національні асоціації агенцій країн світу, розробляє рекомендації щодо упорядкування та функціонування агентського бізнесу, наразі в цьому виді сервісу задіяно близько 3000 компаній [3].

Найзначнішою тенденцією розвитку морської галузі наразі є імплементація новітніх цифрових технологій.

Виконуючи посередницькі функції, судовий агент долучається до користування новітніми технологіями, які впроваджені його контрагентами: судновласниками, експедиторами, стивідорами, портовими службами, фінансовими установами. Кожен з них використовує певні технічні нововведення, цифрові ресурси, доступ до користування якими надається співробітникам морської агенції, формуючи систему підтримки прийняття рішень. Завдяки цьому на перший план виходить кваліфікація та якість персоналу агенції, а не власних технічних засобів. Технології, надані контрагентами додають нових можливостей персоналу агенцій, полегшуючи та прискорюючи обслуговування суден. Питання заміщення агента системою прийняття рішень (нейромережею, штучним інтелектом) сьогодні не розглядається навіть частково. Власні зусилля агентські компанії здебільшого концентрують на модернізації засобів комунікації, отриманні та зберіганні інформації, підвищенні рівня кваліфікації персоналу.

Поштові клієнти, автоматична обробка кореспонденції, відстежування позиції суден в реальному часі, бази даних суден є основними цифровими інструментами, якими користується судовий агент. Найзначніше нововведення, зорієнтоване суто на агентську діяльність це платформа DA-Desk, запроваджена в 2001 році [4]. Вона є комунікаційною площадкою, яка поєднує судновласників, агентів, банківські установи та частково портові структури. Серед запропонованих сервісів – перевірка репутації агента, обмін інформацією, розрахунок дисбурсментів, їх порівняння та контроль відповідності діючим тарифам, генерування та редагування стандартних документів - стейтмента, листів авторизації, ІМО форм, видача інвойсів, захист від фінансових ризиків, захист від ризиків хакерства. Послугами ресурсу користується більше 350 судноплавних компаній чий судна виконують за рік до 200 тис суднозаходів з оборотом близько 13 млрд. долларів США [4]. База даних містить інформацію про більш ніж 10000 агенцій по всьому світу. Співпраця з платформою коштує щорічно 2000 долл. Для агентів, номінованих судновласниками які є клієнтами DA-Desk, надається рік безкоштовного користування. Найчастіше агентські компанії віддають перевагу долучатись до з платформою за ініціативи судновласника. Близько 85% агенцій в світі відносяться до локальних, малих, таких, які мають мінімальну кількість персоналу, обмежене фінансування і не бажають витратити додаткові кошти. Великі компанії, які мають власні представництва в більшості портів, вважають за доцільне створювати власні сервіси підтримки агентського обслуговування. Наприклад, агенція Wilhelmsen Ships Service (WSS), яка має філії в 132 країнах світу користується власною розробкою **Global Agent Desk**. Пропонується інтерфейс, за допомогою якого судновласник отримує доступ до інформації щодо стану свого судна, можливість контактувати з відповідальною особою, моніторити перебіг вантажних операцій. Також пропонується можливість двостороннього обміну інформацією судновласник-агент [5]. Слід зазначити, що малі компанії не мають змоги розробляти та підтримувати власні цифрові платформи внаслідок чого якість їх послуг знижується.

Оцінивши зростаючу роль людського фактору в сфері агентування морських суден в 2021 році FONASBA відповідним чином переглянула та модифікувала «Мінімальні стандарти для судових агентів і судових брокерів», вперше видані в 1989 р. [4].

Нова редакція залишила без суттєвих змін вимоги щодо фінансової дисципліни та страхування ризиків помилок працівників. Додано рекомендації залучати співробітників які набули професійного досвіду під час стажування на відповідальній посаді протягом значного

періоду часу під наглядом кваліфікованого співробітника. Вказано на необхідність здавання екзамену або проходження перевірок на відповідність посаді агента. Рекомендовано додержуватись «Кодексу професійної поведінки агента», та проводити акредитаційні.

Висновки

1. Простежується тенденція до уникнення судновласниками співпраці з малими агенціями, що призводить до витіснення їх з ринку послуг. витіснення малих агенцій з ринку послуг.
2. Агентський сектор не є лідером морської галузі в впровадженні новітніх цифрових технологій. Увага приділяється взаємодії з контрагентами з підключенням до їх ресурсів на період обслуговування суден. Кількість розробок спеціалізованих агентських ресурсів незначна.
3. Зростають вимоги до рівня кваліфікації персоналу морських агенцій. Висока кваліфікація, відповідність рекомендаціям FONASBA підвищують конкурентоспроможність морської агенції більше, ніж застосування новітніх технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Shipping Agency Services Market Size | Forecasts Report 2032. Global Market Insights Inc. URL: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/shipping-agency-services-market> (date of access: 26.10.2024).
1. North America Shipping Agency Market Size | Mordor Intelligence. Market Research Company - Mordor Intelligence™. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/north-america-shipping-agency-market> (date of access: 26.10.2024).
2. Recommendation No.45 Minimum Standards for Ship Agents and Ship Brokers - ECE/TRADE/462 | UNECE. Homepage | UNECE. URL: <https://unece.org/info/publications/pub/360696> (date of access: 26.10.2024).
3. About us and our team | DA Desk. DA-Desk. URL: <https://www.da-desk.com/about-da-desk/> (date of access: 26.10.2024).
4. The Maritime Executive. The Next Generation of Ship Agencies. The Maritime Executive. URL: <https://maritime-executive.com/features/the-next-generation-of-ship-agencies> (date of access: 26.10.2024)

Секція 4. ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МОРЯКІВ

УДК 378:371.3:81

РОЗВИТОК ІНШОМОВНИХ КОМУНІКАТИВНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ: ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИ

Бліновська Р.І., викладач, Рогульська О. О., д. п. н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Сучасні тенденції розвитку іншомовної освіти орієнтовані на компетентнісний підхід, що є ключовим у освітній діяльності. Основна увага приділяється формуванню іншомовної комунікативної компетентності, яка розглядається як один із пріоритетних аспектів у змісті професійної підготовки здобувачів вищої освіти. В умовах глобалізації та міжкультурної взаємодії, володіння іноземною мовою стає невід'ємною складовою професійної діяльності фахівців будь-якої спеціальності.

З метою визначення рівня іншомовної комунікативної компетентності здобувачів освіти, викладачами Хмельницького національного університету та Національного університету «Одеська морська академія» було проведено дослідження. У дослідженні брали участь 94 здобувачі освіти різних спеціальностей 1-го та 2-го курсів Хмельницького національного університету та Національного університету «Одеська морська академія». З метою діагностики комунікативної компетентності та рівня володіння іншомовним мовленням здобувачів освіти було застосовано комплекс методів дослідження, зокрема:

1. спостереження;
2. методи усного (бесіди, інтерв'ю) та письмового (анкетування) опитування;
3. аналіз результатів комунікації та навчання іноземної мови здобувачів;
4. авторська методика оцінки рівня володіння іншомовним мовленням;
5. метод експертних оцінок.

Експертна оцінка рівня розвитку комунікативної компетентності як фактору іншомовного мовлення здобувачів освіти проводилася досвідченими викладачами іноземної мови Хмельницького національного університету та Національного університету «Одеська морська академія». Оцінювання іншомовних комунікативних навичок включало завдання на перевірку вмінь з аудіювання, читання, говоріння та письма. У процесі дослідження було встановлено, що рівень іншомовної комунікативної компетентності здобувачів освіти на початку дослідження мав коефіцієнти, зазначені у табл.1.

Табл.1 Результати здобувачів освіти на початку семестру

Заклад освіти	Середній бал здобувачів освіти	Коефіцієнт якості	Коефіцієнт Результативності
Хмельницький національний університет	8,45	0,58	0,74
Національний університет «Одеська морська академія»	7,84	0,61	0,71

Співвідношення між коефіцієнтом результативності та рівнем якості знань класифікується наступним чином: від 1 до 0,9 – високий рівень; від 0,9 до 0,8 – достатній рівень; від 0,8 до 0,7 – середній рівень; 0,7 і нижче – початковий рівень [4]. На основі

отриманих даних можна стверджувати, що здобувачі ЗВО мають середній рівень знань з іноземної мови.

Наприкінці другого семестру було проведене повторне опитування та діагностування здобувачів освіти, результати якого відображені в табл.2.

Табл.2 Результати після проведеного навчання, наприкінці другого семестру 2024 року

Заклад освіти	Середній бал здобувачів освіти	Коефіцієнт якості	Коефіцієнт Результативності
Хмельницький національний університет	8,9	0,69	0,81
Національний університет «Одеська морська академія»	8,27	0,65	0,79

Порівняльний аналіз засвідчує, що використання робочих зошитів, передкомунікативного тренування, інтерактивні вправи дозволяють підвищити ІКК здобувачів освіти. Тому вбачаємо за необхідне зазначити необхідні педагогічні умови розвитку іншомовних комунікативних компетентностей у здобувачів ЗВО:

1. Досягти ефективного формування у здобувачів іншомовної комунікативної компетентності у процесі навчання іноземної мови в умовах відсутності іншомовного середовища дуже складно, але реально. Впровадження в освітній процес робочих зошитів для певних спеціальностей з елементами інтерактивних технологій є *першою педагогічною умовою*.

2. *Другою педагогічною умовою розвитку ІКК* є безперервна професійна підготовка викладачів. Роль викладача іноземної мови в сучасній освітній системі зазнала значних змін. Замість того щоб бути лише пасивним носієм знань, він став активним фасилітатором освітнього процесу. Це передбачає, що викладач не лише передає інформацію, а й створює умови для розвитку критичного мислення, самостійності та творчості здобувачів освіти. Він заохочує їх до участі в інтерактивних формах навчання, сприяє їхньому залученню до дискусій, проєктної діяльності та співпраці в групах. Постійна професійна підготовка викладачів допомагає їм адаптуватися до нових методик, технологій та викликів, що постають у процесі навчання, забезпечуючи таким чином високу якість освіти та ефективність формування мовних компетентностей у здобувачів.

3. У процесі дослідження автори проаналізували поняття «комунікативна компетентність» та «іншомовна комунікативна компетентність».

У дослідженні встановлена важливість системного підходу до формування іншомовних навичок у здобувачів освіти. Зокрема, доведено, що ефективність розвитку ІКК значною мірою залежить від створення сприятливих педагогічних умов, серед яких виділяються впровадження інтерактивних методів навчання, постійне підвищення професійної кваліфікації викладачів та інтеграція сучасних цифрових технологій у процес навчання. Подальші дослідження мають перспективу зосередитися на вивченні впливу сучасних цифрових інструментів і платформ, зокрема мобільних додатків, на формування та розвиток іншомовних комунікативних компетентностей у здобувачів освіти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бірюк Л. Я. Комунікативна компетентність майбутнього вчителя початкових класів: ретроспектива формування. Естетика і етика педагогічної дії : зб. наук. пр. Київ–Полтава. 2015. Вип. 11. С. 9–19.
2. Іванчук Г. Іншомовна комунікативна компетентність як складова професійної компетентності майбутнього вчителя іноземної мови. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2016. 2(4), 267-274.

3. Петрик К. Ю. Іншомовна комунікативна компетентність як один із пріоритетних напрямків змісту професійної підготовки здобувачів вищої освіти. *У вищій освіті: лінгвістичні, психолого-педагогічні та методичні перспективи*. 2021. 98. 111-114
4. Chyhantsova O. Foreign language learning of students with non-linguistic speciality. *International Scientific Journal «Euro-American scientific cooperation»*. 2014. № 5. P. 103-109.

УДК 811.111: 004.738.5.057.2(045)

THE IMPORTANCE OF USING ONLINE RESOURCES IN TEACHING

Бортняк А.О., викладач кафедри морської англійської мови

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

The use of online resources in English language teaching is becoming more and more popular. These resources can include a wide range of materials such as videos, games, and interactive exercises, which makes language learning more engaging and effective, offers flexibility by enabling learners to access materials at their convenience and adapts their learning to their schedules and style. Teachers can personalise learning, provide interactive multimedia resources, and foster communication and collaboration among students. In addition, technology facilitates their access to up-to-date information and the tracking of each student's progress.

So here are some advantages of incorporating online resources into English language teaching:

Variety of materials: Online resources provide a wide range of materials that can be used to cater to the different learning styles and needs of students. This can include videos, interactive exercises, and games.

Convenience and accessibility: Online resources are easily accessible and can be used at any time and place, which is particularly useful for distance and self-study learners.

Authenticity: Online resources often provide authentic materials such as news articles, videos, and podcasts which can help students to experience the target language in real-life contexts.

Personalisation: Online resources can be easily tailored to the individual needs and interests of students, meaning more personalised and effective language learning.

Cost-effective: Many online resources are free or low-cost, making them a cost-effective option for educators.

However, online resources should be used in conjunction with other teaching methods and materials, and not as a replacement for direct instruction and interaction with a teacher. Also, it is important to evaluate the quality and credibility of the online resources before using them in the auditorium.

The students' feedback shows a positive perception and effect of online resources for learning English, with a few challenges and concerns that can be addressed through thoughtful resource selection and design. Consequently, these findings align with the notion, that well-designed online resources can play a significant role in enhancing language learning experiences, providing valuable content, interactive engagement, usability, effectiveness, and flexibility.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://directenglish.com/8-benefits-integrating-online-platforms-blended-english-language-teaching-elt-programs/>
2. <https://www.edgetutor.co/post/top-12-helpful-online-resources-and-tools-for-teaching-esl>
3. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=107961>
4. <https://www.quora.com/What-are-the-main-benefits-of-using-online-resources-for-language-learning-as-opposed-to-more-traditional-methods>

DEVELOPING BUSINESS DOCUMENTATION SKILLS FOR MARITIME INDUSTRY PROFESSIONALS: METHODS AND APPROACHES

Olha Vykhov, senior teacher

National university "Odessa Maritime Academy", Ukraine

The maritime industry relies heavily on accurate and comprehensive business documentation, both for operational efficiency and legal compliance. For professionals in this field, mastering the art of business documentation requires focused training and specialized methods that cater to the unique demands of this complex industry.

This article explores effective methods and approaches to teaching business documentation skills to maritime industry professionals, with an emphasis on practical, real-world applications for seafarers and maritime lawyers.

The Role of Business Documentation in the Maritime Industry

Business documentation in the maritime industry covers a broad area of necessary official commercial and business papers, including contracts, negotiable and non-negotiable instruments, compliance reports, logs of operations, and incident records. For maritime lawyers, this extends to legal documents such as charter parties, bills of lading, consignment notes, and dispute resolution documents. Seafarers, on the other hand, are responsible for maintaining accurate records of ship operations, regulatory compliance, and communication with authorities.

Methods for Teaching Business Documentation to Maritime Professionals

Document Analysis or Document Review, which is an essential part of legal and professional training, particularly in fields like maritime law and business documentation. In this method, students work with real or simulated business documents, analyze their content for accuracy and completeness, and assess the potential outcomes or risks associated with errors or omissions. The purpose is to develop their ability to spot inconsistencies, inaccuracies, missing clauses, or legal ambiguities that could lead to potential disputes or compliance failures. The task often includes identifying legal, financial, or operational risks and thinking through the consequences of any errors, both for their client and for the parties involved in the maritime industry. For lawyers and professionals in this industry, the ability to analyze documents is the essential competency. Mistakes and omissions in contracts, shipping documents, or compliance filings can result in costly disputes, litigation, or regulatory penalties.

Case-Based Learning for Maritime Lawyers

Maritime lawyers deal with complex legal documentation, including contracts, insurance agreements, and regulatory compliance paperwork. One of the most effective methods for teaching them to draft these documents is case-based learning. By engaging with real-life or simulated cases, students are exposed to typical legal scenarios they will encounter in their professional lives, such as cargo disputes or ship charter negotiations. These exercises require students to draft or review authentic legal documents, thus, enhancing their ability to apply legal concepts in practical situations.

Simulations for Contract Drafting and Negotiation

Maritime contracts, such as charter parties and ship finance agreements, require precise language and must comply with international regulations. Hypothetical (mock) contract negotiations allow students to practice drafting these documents in a controlled environment. In this method, students assume roles such as shipowners, charterers, or insurers, working through real-world scenarios to draft agreements or resolve disputes. This approach is particularly useful for maritime lawyers, as it mirrors the actual process of contract negotiation in the maritime industry.

Role-played contract negotiations typically involve a scenario where students are divided into groups, each representing different stakeholders in a maritime agreement, such as shipowners, charterers, cargo owners, or insurers. The scenario should reflect a real maritime issue, like charter party negotiations, cargo claims, or a shipbuilding contract.

Teacher here provides feedback on the clarity, legal validity, and compliance of the drafted documents, ensuring that students refine and develop their skills.

Practical Reporting Simulations for Seafarers

Seafarers are responsible for maintaining logs and records that document the daily operations of a vessel. These include engine room logs, navigation records, and incident reports. To teach effective documentation practices, teachers often use simulations that mirror real-life maritime operations. For example, students may be placed in scenarios where they must log the details of a voyage, complete maintenance records, or report an emergency incident.

Through these simulations, seafarers learn to create accurate, clear, and legally compliant documentation under realistic conditions. This interactive training is essential for preparing them to handle the rigors of maritime operations, where precise documentation is critical for safety, compliance, and legal purposes.

Compliance Training with International Regulations

Both maritime lawyers and seafarers must ensure that their documentation adheres to international maritime regulations, such as those set by the International Maritime Organization (IMO), the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), and the Safety of Life at Sea (SOLAS) Convention. Compliance training involves students to focus on the specific regulatory requirements and guiding them through the process of creating documents that meet these standards.

For example, students may be tasked with drafting a compliance report that adheres to SOLAS safety regulations or preparing documentation that complies with environmental standards under MARPOL. By incorporating these regulatory frameworks into the learning process, students gain the ability to produce documentation that meets international legal standards, reducing the risk of non-compliance and penalties in their professional work.

Collaborative Learning and Peer Review

In both legal and operational contexts, maritime documentation is often reviewed by multiple parties. Collaborative learning methods, such as peer review, encourage students to critique and improve each other's work. This method is particularly effective for maritime lawyers, who must regularly negotiate and revise contracts with opposing counsel and regulatory authorities. This peer work and joint review, help students develop their critical thinking skills and learn to identify legal risks and compliance issues in their peers' work.

Integrating Methods for Maritime Lawyers and Seafarers

While maritime lawyers and seafarers perform distinct roles, their work often overlaps in the realm of documentation. For example, a seafarer's incident report may be critical evidence in a legal dispute handled by a maritime lawyer. By integrating training for both groups, teachers can foster a deeper understanding of how accurate documentation supports both operational and legal functions.

Joint exercises, such as collaborative case studies where lawyers and seafarers work together to produce and review documentation, can enhance communication and cooperation between two professions.

Conclusion

Developing business documentation skills for maritime professionals requires a practical approach that meets the specific needs of seafarers and maritime lawyers. Effective methods include document review, case-based learning, simulations, compliance training, and use of technology. By focusing on accurate and legally compliant documentation, educators can help these professionals

ensure smooth operations and legal protection in the maritime industry. These strategies enable both seafarers and lawyers to improve their documentation skills, supporting the safety and efficiency of maritime operations.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зелінська О.І. МОЖЛИВОСТІ ТА ПОТРЕБИ РОЗВИТКУ ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ЯК МОВИ ФАХУ. Національний юридичний університет Імені Ярослава Мудрого.
2. Effectiveness of teaching methods in business education: A comparison study on the learning outcomes of lectures, case studies and simulations. March 2018. The International Journal of Management Education, 16(1): 131-142.
3. Boud, D., & Feletti, G. (1997). The Challenge of Problem-Based Learning. London: Kogan Page.
4. Modern and interactive methods of teaching English. CURRENT RESEARCH JOURNAL OF PHILOLOGICAL SCIENCES, 2(12): 190-194, December 2021.
5. M. J. Prince and R. M. Felder, Inductive Teachings and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases, J. Eng. Ed., 95(2), 2006, pp. 123–128.
6. Richardson, F. (2017). Enhancing Practical Skills in Maritime Law through Case-Based Pedagogy. Journal of Legal Education, 45(3), 245-260.
7. <https://www.processimlabs.com/blog/effective-teaching-methods-used-in-business>
8. https://dspace.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/7534/1/Zelinska_10_14.pdf

УДК 811. 111 – 342

МОВЛЕННЄВА ПОВЕДІНКА ІНДІЙСЬКИХ МОРЯКІВ ТА ЇЇ МЕЛОДІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ

Єфанова І. А., ст.викладач кафедри морської англійської мови

Національний університет “Одеська морська академія”, Україна

У статті розглядаються мелодійні особливості мовленнєвої поведінки індійських моряків. У центрі уваги даної роботи – визначення просодичних параметрів мовлення досліджуваних інформантів. Аналіз стану англійської мови в Індії показав, що англійська мова на сьогодні є найпоширенішою завдяки колоніальній політиці Британської імперії у ХІХ столітті. Існує три етапи становлення англійської мови в Індії. Перший етап прийшовся на епоху активної місіонерської діяльності протестанської британської церкви у ХVІІ столітті. Другий етап тісно пов'язан з першим, але мав залежність від внутрішніх чинників. У ХVІІІ столітті вивчати англійську мову було дуже почесно, тому що вона стала мовою великого панства. Третя стадія становлення англійської мови припала на зріст впливу Британської Ост-Індської компанії. Мова колонізаторів дуже швидко зайняла місце офіційної. В теперешній час на індійській англійській мові розмовляють біля 350 млн. людей.

У даному дослідженні зроблено спробу проаналізувати мовлення індійських моряків та визначити просодичні маркери їхньої мовленнєвої поведінки.

Метою та основним завданням дослідження було проведення аудиторського аналізу, який складався з трьох етапів. Першим етапом було вивчення частотності вживання інтонаційних шкал в мовленні досліджуваних моряків. Даний етап дослідження довів, що найбільш частотною за вживанням є висхідна шкала.

Другим етапом було виявлення номенклатури термінальних тонів. Результати проведеного аналізу свідчать про домінування висхідного та спадного термінального тонів.

Результати дослідження темпу мовлення індійських моряків свідчать про частотність вживання швидкого та повільного темпу мовлення.

Отримані експериментальним шляхом результати, дозволяють констатувати, що мовленнєва поведінка індійських моряків має варіативний характер і свідчить про емоційно-забарвлений характер мовлення.

Ключові слова: індійські моряки, просодія, варіативність, аудиторський аналіз, частотність, дослідження.

The article deals with melodic peculiarities of speech behavior of Indian seafarers. In the focus of the given article are prosodic parameters and their definition. The analysis of the English language showed that English is the most widely spread language due to the policy of British empire in the nineteenth century. There are three stages of development of the English language in India. The first stage occupies the epoch of active missionary activity of protestant British church in the seventeenth century. The second stage is closely connected to the first one, but it depended on inner factors. It was very honorable to study English in the eighteenth century, because English became the language of nobility. The third stage referred to the influence of British East Indian company. Colonizers' language became the official one very fast. Nowadays Indian English is spoken by 350 million people.

In this investigation there was an attempt to analyze the Indian seamen's speech and define prosodic markers of their speech behavior.

The purpose and the main task of the investigation was the implementation of auditory analysis, which consisted of three stages. The first stage was to define the frequency usage of intonation scales in seafarers' speech. The results of this stage showed that the most frequently used scale was the Rising one. The second stage of the research was to identify the dominant terminal tones. The results of the analysis indicate that Rising and Falling terminal tones prevail mostly.

The results of the speech tempo of Indian seamen prove the frequent usage of rapid and slow speech rate.

Experimentally obtained results state that speech behavior of Indian seamen has a variable character, which makes the speech emotionally colored.

Key words: Indian seafarers, prosody, variability, auditory analysis, frequency, investigation.

Вступ. Англійська мова займає друге місце в світі за кількістю носіїв і є офіційною мовою у 70 країнах. Це одна з найважливіших міжнародних мов, що є наслідком колоніальної політики Британської імперії у XIX ст. Оскільки англійська мова ще визнана мовою Міжнародної морської організації, на якій ведеться уся морська документація у світі, у даній статті спробуємо дослідити особливості мовленнєвої поведінки моряків з Індії.

Дослідження просодії англійського мовлення часто привертало увагу як вітчизняних так і зарубіжних дослідників (У. Лабов, П. Траджил, Дж. Уеллс, О. І. Стереопало, О. Р. Валігура, А. А. Калита), роботи яких були направлені на виявлення просодичних параметрів мовлення носіїв та представників різних варіантів і діалектів германських мов.

Представники одеської фонетичної школи (Д. В. Бубнов, О. Я. Присяжнюк, О. В. Костроміна, Д. М. Карпова, В. С. Григораш) дослідили та виявили соціофонетичні особливості англійського мовлення. Дослідниками було проаналізовано просодії канадського, австралійського, валлійського, йоркширського варіантів англійської мови.

Так, дослідниця О. Я. Присяжнюк визначила вплив історико-географічних факторів на інтонацію мовців Британських островів, та виявила фактори соціальної і ситуативної варіативності мовлення представників шести регіонів Великобританії (Присяжнюк, 2020: 77-95). Цікавими є висновки В. С. Григораш, яка провела гендерний аналіз жіночого та чоловічого мовлення носіїв йоркширського діалекту. Дослідниця зауважила, що жіночому мовленню властиве використання стандартних інтонаційних моделей, яких вимагає їхній соціальний статус, в той час, як в чоловічому мовленні функцію своєрідних маркерів поважності виконують нестандартні моделі (Григораш, 2014: 40-44).

Поза межами вже існуючих досліджень лишаються вивчення просодичних параметрів мовленнєвої поведінки індійців. За даними британського вченого лінгвіста Девіда Крістала, на індійській англійській мові розмовляють біля 350 млн. людей, що населяють індійські міста (David Crystal, 1997). У нашому дослідженні зроблено спробу проаналізувати мовлення індійських моряків та визначити просодичні маркери їхньої мовленнєвої поведінки.

Метою даної роботи є вивчення особливостей мелодійного оформлення мовлення досліджуваних моряків.

Об'єктом дослідження є квазіспонтанні монологічні тексти з мовлення досліджуваних інформантів – моряків з Індії. **Предметом** дослідження є мелодійні характеристики мовленнєвої поведінки індійських моряків.

Згідно з метою, до **завдань** дослідження входило:

- 1) дослідити стан англійської мови в Індії;
- 2) провести аудиторський аналіз основних мелодійних параметрів мовлення індійських моряків;
- 3) визначити просодичні маркери мовленнєвої поведінки досліджуваних інформантів.

Основним **методом аналізу** в роботі є аудиторський аналіз. Аудиторами виступали викладачі та аспіранти кафедри теоретичної та прикладної фонетики ОНУ ім. І. І. Мечникова, які мають досвід аудіювання.

Матеріалом дослідження слугували чотири аудіозаписи мовлення моряків рядового та офіцерського складу: двох матросів першого класу, моториста та четвертого механіка. Записи їхнього мовлення було зроблено у польових умовах (на судні “Channel Poterne”, у період рейсу).

Табл. 1 -Тексти аудіозаписів моряків (оригінальна версія)

№	Інформант	Текст інформантів
1.	Моторист Фашан Кадам	“Hi, my name is Fasham Kadam, I’m twenty seven years old. I’m from Mumbai, India. I’m working on ship around six years and mostly I did bulk careers, container ships. My hobbies are playing cricket, watching movies, sometimes reading books.”
2.	Маторс першого класу Ман Рау	“Hi, my name is Man Rau, I’m forty seven. I’m from India. My sea experience is more than twenty years. I’ve been working on many vessels, like bulk careers, container vessels, reefers, tankers. Thank you!”
3.	Матрос першого класу Рагу	“ Good evening, dear colleagues, my name’s Ragu, I’m fifty two years. My home town is Andrapades, India. I’m working for thirty two years at sea. I’m working at the tankers, reefers, car careers, bulk vessels and containers.”
4.	Четвертий механік Дармір Хумар	“ Ok, I’m fourth engineer, My name is Darmir Humar and I’m thirty five years old. My home town is India, New Delhi, the Ragul. It’s a hill area, hill place, touristic place. I’ve been working in this company since 15 years and I have done so many ships like container, bulk, car career, reefer ships. My hobbies are sport games and disco, it’s very good.”

Результати та обговорення. Згідно із статистичними даними, Індія представляє собою третю, а за де-якими індійськими даними, другу англomовну державу у світі після Великобританії та США. Існує багато діалектів і говорів англійської мови, серед яких індійський варіант є одним з найбільших у світі. Цікаво, чому у Індії багато населення говорить саме англійською мовою? У цієї східній країні ймовірно частіше почути англійське мовлення замість традиційного хінді. Слід зазначити, що найбільший вплив на культурний розвиток Індії зробила саме Великобританія, яка колонізувала величезні території країни. Отже, мова колонізаторів дуже швидко зайняла місце офіційної.

15 серпня 1947 року Індія отримала статус незалежності. Саме у цей час було зроблено багато спроб повернути хінді статус державної мови. Але велика кількість місцевого населення з обуренням зустріла цю спробу. Навіть, де-які мешканці штату Таміл Наду вчинили спроби самогубства на знак протесту щодо нав’язування хінді. Отже, влада була вимушена

піти на поступки і залишити у статусі державних обидві мови. Безсумнівно, у сьогоднішній Індії англійська мова має силу та якість державної мови. Для того, щоб підкреслити це, активіст Чандра Бан Прасад спорудив храм богині англійської мови у північному штаті Уттар Прадеш (Ел. рес. Хінгліш або хінді – англійська двомовність).

Федеративна республіка Індія складається з двадцяти восьми штатів, а також семи союзних територій. Відомо, що у різних провінціях Індії існують різні діалекти, такі як панджабі, бенгалі, тощо. В провінціях англійська мова набула статусу “хінгліш”, тобто мови, яка виникла у результаті як запозичень з літератури, так і оригінальної мови з дотриманням усіх правил та традицій, а також розмовної мови.

Кембріджський словник презентує слідуєчу дефініцію слова “хінгліш”:

“A mixture of the languages Hindi and English, especially the type of English used by speakers of Hindi” (El. r. dictionary.cambridge). Тобто, це своєрідна суміш мов хінді та англійської.

Однак, найбільша від’ємність “хінгліша” від англійської мови полягає у вимові. Мешканці з різних частин Індії вимовляють слова з різним акцентом, а англійські слова, у свою чергу, зазнають сильних фонетичних трансформацій.

Існує три етапи становлення англійської мови в Індії. Перший етап прийшовся на епоху активної місіонерської діяльності протестанської британської церкви у XVII столітті. У зв’язку з тим, що португальські місіонери навідувалися до Індії з кінця XV століття, індійці того часу були достатньо толерантні щодо ідей християнства. Отже, англійські місіонери здобули відмінний плацдарм для дій в Індії: англійці поставили за мету обернути у християнство представників знаті, що у свою чергу, допомогло, як в розповсюдженні християнства, так і англійської мови. Тому, англійська мова в Індії вважається мовою релігійної громади. Цікаво, Біблії, які були завезені до Індії до початку XIX століття, були надруковані англійською мовою. Очевидно, що знаючі релігійні люди були вимушені вчити англійську мову.

Другий етап становлення англійської мови тісно пов’язан з першим, але він мав залежність від внутрішніх чинників. Англійська мова стала мовою великого панства. Більш того, знати англійську мову стало вигідно, у зв’язку з торгівлею між Британією та Індією. У великих морських містах процес вивчення англійської мови йшов швидше, тому як англійські кораблі приходили доволі часто. Отже, у XVIII столітті вивчати англійську мову було дуже почесно.

Третя стадія становлення англійської мови припала на зріст впливу Британської Ост-Індської компанії. Початком торговельно-воєнного завоювання Індії Британською Ост-Індською компанією став насильницький переворот, у результаті якого командир британської армії Роберт Клайв став губернатором Бенгалії.

Англійці займали найважливіші посади в Індії, саме тому документація велася суто англійською мовою. Також англійська мова вважалася «дорогою до світла» серед місцевого населення.

Англійська мова здобула статус «особливо привілейованої» після переходу індійських колоній під керівництво Британської імперії у 1857 році. Після здобуття незалежності у 1947 році територія Індії формально звільнилася від впливу Британської імперії, але більш ніж 200 років під керівництвом англійців не пройшли дарма (Ел. рес. Англійська мова в Індії: Історичний екскурс).

На сьогоднішній день англійська мова набула офіційного статусу у чотирьох штатах: Маніпур, Мегхалая, Трипура, Нагаленд, а також у восьми союзних територіях. Англійську мову широко використовують як у законодавчій системі, державних і комерційних засобах масової інформації, так і у морській сфері.

Зараз індійські моряки набувають широкої популярності, що пов’язано з їх дешевою робочою силою, а також з можливістю підписання робочих контрактів більш ніж на 9 місяців. Оскільки англійська мова є мовою Міжнародної морської організації, індійські моряки мають знати мову і добре володіти нею.

Як було зазначено вище, основним методом аналізу у дослідженні виступає аудиторський аналіз, першим етапом якого було визначення номенклатури та частотності основних інтонаційних шкал у мовленні досліджуваних інформантів.

Табл. 2- Частотність вживання основних типів шкал у мовленні моряків

Інформанти	Основні шкали (%)				
	Спадна	Рівна	Висхідна	Змінна	Однонаголошена
Інформант № 1	38	21	30	9	2
Інформант № 2	30	19	40	11	—
Інформант № 3	38	28	25	7	2
Інформант № 4	21	25	45	7	2
Усереднені показники	32	23	35	9	2

Як свідчать дані з таблиці № 2, найбільш частотною є висхідна шкала (35%). Вона є більш характерною для молодих індійців і це не дивно, тому що на сучасному етапі розвитку англійського мовлення висхідна шкала є найбільш рекурентною для мовлення, як молодих британців, так і для мовлення молодих представників інших варіантів англійської мови. Дана шкала вживається як у фінальних, так і в нефінальних синтагмах. В результаті мовлення інформантів звучить доволі жваво.

Наведемо приклад вживання висхідної шкали в мовленні представника офіцерського складу, четвертого механіка на ім'я Дармір Хумар (35 років):

“My ‘name’s /Humar, my ‘home town is /India, New /Delhi, the /Ragul.”

· — / ·	· — · / ·	· / ·	· / ·

Друге місце в мовленні моряків-індійців посідає спадна шкала (32%). Спадна шкала є найбільш типовою для мовлення британців. Як свідчать дослідження О. Я. Присяжнюк, дана шкала є найбільш частотною в мовленні інформантів з шести регіонів Великобританії.

Прикладом вживання спадної шкали є мовлення матросу першого класу на ім'я Рао (47 років): “\Hi, my ‘name’s \Rao, I’m forty \seven”.

\ · — · \	· · — · \ ·

Вживання рівної шкали представлено 23%; незначне місце посідає змінна та однонаголошена шкали (9% та 2%).

Другим етапом аудиторського аналізу є вивчення частотності основних термінальних тонів у мовленні моряків.

Табл. 3 -Частотність вживання основних термінальних тонів у мовленні моряків

Інформанти	Основні термінальні тони (%)				
	С (\)	В (/)	Р (-)	СВ (V)	ВС (^)
№ 1	48	14	31	6	1
№ 2	44	12	37	7	—
№ 3	45	42	9	2	2
№ 4	35	52	7	3	3

Примітка: С – спадний, В – висхідний, Р – рівний, СВ – спадно-висхідний, ВС – висхідно-спадний.

Згідно з даними таблиці №3, у номенклатурі термінальних тонів домінуюче місце посідає спадний термінальний тон (43 %). Рекурентність вживання висхідного термінального тону є також високою (30 %). Рівний тон посідає третє місце – (21%). Незначними за вживанням є спадно-висхідний та висхідно-спадний термінальні тони – (6% та 1,5%).

Отже, в індійському варіанті англійської мови спостерігається доволі значна варіативність у вживанні термінальних тонів. Якщо за даними О. Я. Присяжнюк (Присяжнюк, 2020: 96) у стандартній британській вимові вживання спадного тону становить 58,7%, тобто більше ніж половина, то у англійському мовленні індійських моряків спадний тон хоча і домінує, але не є таким вираженням, як у британському варіанті англійської мови.

Частотність вживання висхідного термінального тону є типовим для індійських моряків, що робить мовлення інформантів яскравим та жвавим.

Заключним етапом аудиторського аналізу стало визначення темпу мовлення досліджуваних інформантів.

Табл. 4 -Темп мовлення індійських моряків

Інформанти	Дуже швидкий темп (%)	Швидкий темп (%)	Середній темп (%)	Повільний темп (%)	Дуже повільний темп (%)
№1	20	60	20	-	-
№2	-	-	-	80	20
№3	-	-	10	30	60
№4	-	70	30		

Згідно з даними таблиці №4, перше місце у вживанні темпу мовлення посідає швидкий темп (32,5%), який є характерним для вживання молодими представниками . Такий високий відсоток швидкого темпу можна пояснити тим, що молоді моряки ще не володіють навичками розмовного стилю. Друге місце займає повільний темп (27,5%), який у даному дослідженні притаманний морякам середнього віку (35-45 років). У цьому віку мовець вже досягнув деякого професійно-життєвого рівня, його мовлення підпорядковано особливостям його професійного спілкування. Дуже повільний та середній темпи мовлення посідають третє місце за вживанням: (15% та 20%). Найменший показник дуже швидкого темпу становить (5%). Очевидно, вживання дуже швидкого темпу не є маркером мовлення індійських моряків.

Висновки. Дане дослідження присвячене вивченню особливостей мовленнєвої поведінки індійських моряків, метою якого було виокремлення особливостей мелодійного оформлення мовлення досліджуваних інформантів.

Основним завданням експериментальної частини дослідження було проведення аудиторського аналізу, який складався з трьох етапів.

Першим етапом було вивчення частотності вживання інтонаційних шкал в мовленні досліджуваних моряків. Даний етап дослідження довів, що найбільш частотною за вживанням є висхідна шкала.

Другим етапом було виявлення номенклатури термінальних тонів. Результати проведеного аналізу свідчать про домінування висхідного та спадного термінального тонів.

Результати дослідження темпу мовлення індійських моряків свідчать про частотність вживання швидкого та повільного темпу мовлення.

Отже, отримані експериментальним шляхом результати, дозволяють констатувати, що мовленнєва поведінка індійських моряків має варіативний характер і свідчить про емоційно-забарвлений характер мовлення.

Перспективою подальшого дослідження є проведення комп'ютерного аналізу з виявленням частотних та динамічних характеристик мовлення індійських моряків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григораш В. С. Варіативність частотних характеристик у мовленні носіїв йоркширського діалекту. Нова філологія: збірник наукових праць. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2014. №62. С. 40 – 44.
2. Присяжнюк О. Я. Особливості сучасної мовної ситуації у Великобританії: варіативність та консерватизм британських діалектів. Полілог. Збірник статей молодих науковців з історії, філософії, культурології. Вип. 7. Одеса, 2020. С. 77 – 95.
3. Присяжнюк О. Я. Просодія гендеру на британських островах. Наукові записки Національного університету “Острозька Академія”: серія “Філологія Соціальна комунікація”. Том 31 (70) №1, 2020. Київ: Видавничий Дім “Тельветика”, 2020. С. 180 – 185.
4. David Crystal. The Cambridge Encyclopedia of the English Language, 1997.
5. Kirk Hazen. Labov: Language variation and change. West Virginia University, 2010. P. 24 – 39.
6. Електронний ресурс: <https://Icfreeway.com/hinglish-or-hindi>. Хінгліш або хінді – англійська двомовність.
7. Електронний ресурс: <https://habr.com/englishdom/blog/440850/> Англійська мова в Індії: історичний екскурс – post in a row / Habr
8. Електронний ресурс: <https://dictionary.cambridge.org/>

УДК 811.111'374

МОРСЬКИЙ ДИСКУРС В АНГЛІЙСЬКОЇ МОВІ: ГОЛОВНИ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Загребельна Н.В., к.ф.н., доцент кафедри морської англійської мови

Національного університету «Одеська морська академія», Україна

Вступ: дослідження присвячене висвітленню основних аспектів англійської морської дискурсу. Вивчення англійської для морської спільноти показує важливість стандартизації мови та необхідність її уніфікованого використання для забезпечення безпеки на морі.

З огляду на міжнародний характер судноплавства, англійська мова є головним засобом спілкування на морі, що робить англійський морський дискурс унікальною лінгвістичною системою.

Одним із ключових аспектів дослідження є аналіз Standard Marine Communication Phrases (SMCP), які є основою для чіткої комунікації в умовах міжнародних морських перевезень. Ці фрази дозволяють мінімізувати ризик непорозумінь завдяки використанню чітких конструкцій, які мають однакове значення у всіх частинах світу.

Лексичний рівень англійської морської дискурсу характеризується величезною кількістю технічних термінів і спеціалізованих слів, що потребують особливого дослідження з точки зору їхнього використання та походження. Також морський дискурс має характерну синтаксичну структуру, яка часто лаконічна, пряма і використовує імперативні конструкції у вигляді наказів.

Іншим важливим аспектом є дослідження прагматичних особливостей мовної взаємодії на морі, які включають адаптацію мови під рівень володіння англійською серед членів екіпажу. Прагматичні дослідження також розглядають невербальні засоби комунікації, які часто доповнюють або замінюють вербальні сигнали в умовах обмеженого часу або коли існують лінгвістичні бар'єри.

Роль англійської як мови міжнародної морської документації та радіозв'язку також є важливим об'єктом дослідження, оскільки вона забезпечує однаковий доступ до інформації та сприяє ефективній комунікації в межах міжнародного морського правового поля.

Важливим є також аналіз навчальних програм і сертифікаційних курсів англійською мовою, які забезпечують уніфіковану підготовку моряків для виконання міжнародних стандартів безпеки та навігації в морі. Вивчення мовних стратегій адаптації та спрощення англійської для міжнародних екіпажів є невід'ємною частиною дослідження морського дискурсу в англійській мові.

Висновки: Отже, англійська мова як мова стандартної морської комунікації виконує основну роль у забезпеченні безпеки, ефективності та чіткості в міжнародних морських операціях. Її стандартизовані фрази, універсальне використання для радіозв'язку та документації, а також навчальні програми сприяють тому, що вона залишається ключовим засобом комунікації на світових морях. Ці аспекти дослідження також враховують соціальну ієрархію та статуси на кораблі, які впливають на комунікативні моделі та вибір мовних засобів. Морська комунікація є складною через поєднання факторів мовного бар'єра, культурної різноманітності та специфіки морського середовища, тому дослідження охоплює ці аспекти в комплексі. Лінгвістичні особливості морської англійської розкривають зв'язок між мовою та безпекою, оскільки правильно побудована комунікація може бути вирішальним фактором у кризових ситуаціях у морі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Primina N. Admiralty sailing directions as a genre of English maritime discourse. *Одеський лінгвістичний вісник*. 2018. Вип. 11. С. 58-63. <https://doi.org/10.32837/2312-3192-2018-11-58-63>
2. Савватєєва В., Хроленко О. Дискурсивні особливості англійської морської комунікації. *Молодий вчений*. 2019. Випуск 8 (72). С. 111-117. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-8-72-26>
3. Пріміна Н.М. Мовні та соціокультурні особливості англійської морської комунікації. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: «Філологія»*. 2018. Вип. 32. Ч. 2. С. 93-96.
4. Blakey T.N. English for Maritime Studies 2nd edition. London: Prentice Hall International (UK) Ltd., 1987. 303 p.
5. Johnson B. Some features of maritime telex service communication. *English for Specific Purposes*. 1995. № 14(2). P. 127-136.

УДК: 341.1.8

КЛЮЧОВІ ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ МОРСЬКИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Іванова А. В., к.ю.н, доцент, Чорний О. О., магістр

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Морські наукові дослідження сьогодні є надзвичайно важливою галуззю знань, яка охоплює комплексне вивчення океанів, морських екосистем, кліматичних процесів та біологічного різноманіття. Вони виходять далеко за межі традиційних уявлень про океанографію, інтегруючи міждисциплінарні підходи з океанології, біології, кліматології, геології, хімії та сучасних технологій. Сучасні дослідження спрямовані на дослідження глобальних викликів, пов'язаних зі зміною клімату, виснаженням морських ресурсів, забрудненням океанів та збереженням біорізноманіття. Вони включають вивчення впливу глобального потепління на морські екосистеми, дослідження мікропластику, моніторинг стану коралових рифів, вивчення морських біотехнологій, океанічної циркуляції та її впливу на глобальні кліматичні процеси.

Дослідженням визначеної теми займалися такі науковці в сфері права як, Бернал П., Сімкок А. Стефанов Г.С., Кваша Т., Паладченко О., Молчанова І., Леонов В. Є., Гацан О. А.

Ресурси ЗМІ також стали важливими джерелами інформації при аналізі тенденцій розвитку морських наукових досліджень.

Результати та обговорення. З розвитком технологій у сфері морських досліджень відбулися значні зміни у методах та засобах вивчення океанічного середовища. Традиційні методи досліджень, які були актуальні на момент прийняття Конвенції ООН з морського права 1982 року, зазнали суттєвого доповнення завдяки впровадженню інноваційних технічних засобів.

Одним із найбільш показових прикладів такого технологічного прогресу є розробка та широке застосування дрейфуючих буїв. Ці автономні пристрої призначені для проведення комплексних спостережень за ключовими параметрами морського середовища, включаючи температуру води, її солоність, напрямок та швидкість течій, а також різноманітні біооптичні характеристики. Особливістю цих буїв є їхня здатність передавати зібрані дані в режимі реального часу, що значно підвищує оперативність та актуальність отримуваної інформації.

Програма Global Drifter керує розгортанням поверхневих дрейфуючих буїв по всьому світу. Ці прості буї проводять вимірювання температури поверхні морської води, солоності та морських метеорологічних змінних, які телеметруються в режимі реального часу через Глобальну телекомунікаційну систему (GTS) ВМО для підтримки глобальних метеорологічних послуг і кліматичних досліджень. Наземні дрейфери є гнучким компонентом Глобальної системи спостережень океану (Global Ocean Observing System, GOOS) і можуть бути швидко розгорнуті для таких завдань, як моніторинг наближення тайфуни.

Зокрема, система "Арго", яка використовує мережу таких дрейфуючих буїв, викликає дискусії щодо правового статусу подібних досліджень. Ключове питання полягає в тому, чи слід розглядати запуск і функціонування буїв "Арго" як частину "морських наукових досліджень" у традиційному розумінні, що вимагало б отримання згоди від прибережних держав при входженні у їхні виключні економічні зони. Альтернативний погляд полягає в тому, що такі дослідження можна класифікувати як елемент оперативної океанографії, яка може розглядатися як одна зі свобод відкритого моря.

Програма «Судна можливостей» (SOOP) є також цікавим аспектом у сучасних морських наукових дослідженнях. Зазвичай судна можливостей є звичайними вантажними суднами на регулярних маршрутах, власники та екіпаж яких погоджуються перевозити та, за необхідності, експлуатувати океанографічне обладнання під час своїх звичайних рейсів.

SOOP працює з глобальною мережею систем експендованих батітермографів (ХВТ) та термосалінографів (TSG) на борту торгових суден, з яких дані передаються в реальному часі і стають доступними океанографічній та метеорологічній спільноті для оперативного використання в різних наукових цілях. Щорічно запускається близько 14 000 зондів ХВТ та збирається понад 30 000 спостережень TSG. Також проводяться інші типи вимірювань. Прямі відбори зразків океанічної води шляхом опускання пляшок з судна та взяття зразків води на борт для аналізу залишається одним з основних інструментів океанографічних гідрографічних спостережень. Воду можна відбирати для аналізу CO₂, хлорофілу, мікроорганізмів, біогеохімії та для безлічі інших цілей.

Запущений з боку дослідницького судна, торговельного судна чи іншого судна SOOP, Безперервний відбирач зразків планктону (CPR) захоплює планктон з поверхневих вод під час того, як судно тягне прилад під час звичайного плавання. CPR є критично важливим компонентом Глобальної системи спостережень океану (GOOS) і щомісяця моніторить планктон у верхніх шарах води Північної Атлантики та Північного моря через мережу морських маршрутів.

Глобальна система спостереження за рівнем моря (GLOSS) є міжнародною програмою, що здійснюється під егідою Міжурядової океанографічної комісії (ІОС) та Всесвітньої метеорологічної організації (WMO) у рамках Міжнародної комісії з океанографії та морської метеорології (JCOMM). Програма координує мережу моніторингових приладів для спостереження за рівнем моря, встановлених уздовж узбережжя більш ніж 70 країн. Основним компонентом GLOSS є Глобальна основна мережа (GCN), яка складається з 290 станцій

спостереження за рівнем моря по всьому світу, які здатні точно контролювати зміни рівня моря з високою точністю, і багато з них можуть передавати інформацію в реальному часі через супутникові канали зв'язку.

За патентною активністю у 2014-2018 рр. за тематичним напрямом «Морські ресурси» до Топ-10 організацій світу, що здійснюють наукові дослідження океану та морів, ввійшли переважно представники Китаю, серед яких:

– заклади вищої освіти (займають перші шість позицій):

1. Zhejiang ocean university (Чжецзянський університет океану);
2. Ningbo university (Університет Нінбо);
3. Ocean university China (Китайський Університет океану);
4. University Shanghai ocean (Шанхайський університет океану);
5. University Guangdong ocean (Гуандунський університет океану);
6. University Dalian ocean (Далянський університет океану);

– три науково-дослідних установи (7, 9 та 10 позиції):

7. Yellow Sea Fisheries Research Institute of Chinese Academy of Fishery Sciences(CAFS) (НДІ рибного господарства Жовтого моря Китайської академії рибних наук);

8. Chinese Academy of Fishery Sciences (CAFS) (Китайська академія рибних наук) (входить 9 дослідних інститутів та 4 дослідні станції);

9. Chinese Sturgeon Research Institute (CSRI) under the China Three Gorges Corporation (Китайський науково-дослідний інститут осетрових Китайської корпорації «Три ущелини»)

– одна корпорація: Tongwei Co., Ltd, яка займає 8 позицію.

З урахуванням патентної активності організацій можна виділити такі перспективні напрямки сучасних морських наукових досліджень:

1) аквакультура та марикультура: вирощування морських водоростей; розведення водних тварин; розробка інноваційних контейнерів для живої риби та інших морських організмів; удосконалення технологій для акваріумів і терапіумів;

2) харчові технології та нутриціологія: покращення поживних якостей морепродуктів; розробка дієтичних продуктів на основі морських ресурсів; створення нових методів приготування та обробки морепродуктів;

3) кормові технології для аквакультури: розробка спеціалізованих кормів для різних видів морських тварин; створення допоміжних кормових факторів для підвищення ефективності годівлі; оптимізація кормів для конкретних видів морських організмів;

4) аналітичні методи та інструменти: розвиток оптичних методів дослідження морського середовища та організмів; удосконалення електричних, електрохімічних та магнітних методів аналізу; створення нових інструментів для моніторингу стану морських екосистем;

5) інформаційні технології в морських дослідженнях: розробка спеціалізованого програмного забезпечення для обробки даних морських досліджень; створення та оптимізація баз даних для зберігання та аналізу інформації про морські ресурси; впровадження методів машинного навчання та штучного інтелекту для прогнозування змін у морських екосистемах;

6) екологічний моніторинг та збереження морських ресурсів: розробка нових методів оцінки стану морських екосистем; створення технологій для зменшення негативного впливу людської діяльності на морське середовище;

дослідження методів відновлення та збереження морського біорізноманіття;

7) біотехнології: вивчення та застосування біологічно активних речовин морського походження; розробка нових фармацевтичних препаратів на основі морських організмів; дослідження генетичного потенціалу морських видів для селекції та біоінженерії.

Українські дослідники також активно проводять морські наукові дослідження. Так, у 2010 році дослідником Леоновим В.Є. разом з вченими Гацан В.А. та Гацан О.А. було запатентовано винахід «Плавучий комплекс для глибоководного сидобутку сірководню із морської води і спосіб запуску плавучого комплексу». Майже одночасно цими ж винахідниками було запатентовано корисну модель «Спосіб зниження вибухопожежонебезпеки на танкері». У цьому ж році Леоновим В.Є. одноосібно було

запатентовано корисну модель «Спосіб запобігання пожежновибухонебезпеці при видобутку газоподібного сірководню з дна Чорного моря і його транспортуванні». У 2012 році цей же винахідник запатентував корисну модель «Спосіб переробки сірководню на паливо для суднових енергетичних установок».

Висновки. Сучасні морські наукові дослідження характеризуються значним технологічним прогресом та охоплюють широкий спектр напрямків, демонструючи важливість вивчення та збереження морського середовища. Впровадження інноваційних технологій, таких як дрейфуючі буї системи "Арго", дозволило суттєво розширити можливості збору даних про океан в реальному часі, включаючи інформацію про температуру, солоність води та інші ключові параметри. Однак використання цих передових технологій створює нові правові виклики, особливо щодо проведення досліджень у виключних економічних зонах різних держав, що потребує переосмислення існуючих міжнародних норм. Особливий акцент робиться на сталому розвитку та збереженні морських екосистем, що підкреслює глобальну важливість цієї галузі науки. Таким чином, сучасні тенденції у морських наукових дослідженнях вказують на їх зростаючу роль у вирішенні глобальних викликів, пов'язаних з використанням океанічних ресурсів, зміною клімату та збереженням біорізноманіття, що потребує подальшого розвитку міжнародної співпраці та інвестицій у цю сферу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Oceans and the law of the sea. Resolution adopted by the General Assembly on 5 December 2017. A/RES/72/73. URL: <https://undocs.org/A/RES/72/73> (дата звернення: 02.11.2024).
2. Конвенція Організації Об'єднаних Націй з морського права. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_057#Text (дата звернення: 02.11.2024).
3. J. Ashley Roach. Marine Data Collection: Methods And The Law. Freedom of Seas, Passage Rights and the 1982 Law of the Sea Convention. Series: Center for Oceans Law and Policy. 2019. Volume 13. P. 171–208. DOI: <https://doi.org/10.1163/ej.9789004173590.i-624.62> (дата звернення: 02.11.2024).
4. Конвенція Організації Об'єднаних Націй з морського права. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_057#Text (дата звернення: 02.11.2024).

УДК 504.05.

SHIP ENERGY EFFICIENCY AND MARITIME SECTOR INITIATIVES TO REDUCE CARBON EMISSIONS

Капрова Д.М., к.ф.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Introduction

The maritime industry is one of the largest contributors to global CO₂ emissions, accounting for nearly 3% of total global emissions. In response, the industry is undergoing a significant transformation to meet international climate goals. Key efforts include improving ship energy efficiency, transitioning to cleaner fuels, and adopting innovative technologies. This report explores the initiatives that the maritime sector is pursuing to reduce carbon emissions, along with the challenges and prospects ahead.

Ship Energy Efficiency Measures

One of the core strategies to reduce emissions in the maritime sector is improving the energy efficiency of ships. Energy Efficiency Design Index (EEDI) standards, established by the International Maritime Organization (IMO), mandate that new ships are built to be more energy-efficient than their predecessors. Ships built after 2013 must meet these criteria, which will become more stringent over time. The book "Ship Energy Efficiency: Technologies, Policies, and Practices"

by Alan Ross provides an extensive analysis of various ship technologies, including hull design optimizations and the implementation of energy-efficient machinery [1].

Additionally, retrofitting older vessels with technologies such as air lubrication systems, waste heat recovery units, and optimized propellers can significantly reduce fuel consumption. These solutions are outlined in "Marine Energy Management" by Malcolm Hart, where the focus is on cost-effective measures that shipping companies can adopt to reduce fuel use while maintaining operational efficiency.[2]

Low-Carbon and Zero-Carbon Fuels

Transitioning to low-carbon fuels is critical for long-term decarbonization in shipping. Liquefied Natural Gas (LNG) has emerged as a popular alternative to traditional marine fuels, offering a reduction in carbon emissions by up to 25%. The potential of LNG is explored in "LNG as a Fuel for the Maritime Sector" by Robert Stelling, which outlines both the benefits and limitations of LNG, including the need for more widespread bunkering infrastructure .

Other promising fuels include biofuels, hydrogen, and ammonia. While these zero-carbon options are still in the experimental stage, the maritime industry is investing in research and pilot projects to scale up their usage. "Green Shipping: A Guide to Zero-Carbon Fuel Alternatives" by Emma Daniels discusses the feasibility of these fuels and the challenges of adopting them, such as cost, availability, and the need for new ship engine designs.[3,4]

Digitalization and Automation for Efficiency

Advanced digital solutions are increasingly used to optimize ship performance and energy consumption. Technologies such as real-time weather routing, autonomous shipping, and machine learning-based predictive maintenance can lead to significant fuel savings. According to "Digitalization and Smart Shipping" by Janice Wang, smart systems onboard ships allow for better fuel management, and more efficient operations, and can contribute to lower emissions.

Big data analytics is another key component in the transition towards more energy-efficient shipping. Shipowners and operators can use data to optimize routes, reduce waiting times in ports, and monitor energy usage more accurately. This shift towards digitalization has the potential to reshape the industry and make significant contributions to emissions reduction.[5]

Regulatory and Market-Based Mechanisms

The IMO's regulations, such as the EEDI and the Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP), are instrumental in pushing the maritime sector toward decarbonization. SEEMP, for instance, requires shipping companies to develop efficiency plans that track and improve fuel consumption across fleets.

The book "Maritime Regulations and Climate Change" by Sandra Burke explores these regulatory frameworks and highlights the effectiveness of market-based mechanisms like carbon pricing and emissions trading systems.[6]

Market-based solutions, such as carbon pricing, are becoming increasingly popular. Some shipping companies are voluntarily participating in carbon offset programs, while others are preparing for future carbon taxes. The book "Market Mechanisms for Maritime Decarbonization" by Victor Barnett discusses how carbon markets can incentivize greener technologies and practices across the maritime sector.

Challenges and Future Prospects

Despite these advancements, the maritime industry faces significant challenges in its quest for decarbonization. These include high costs associated with retrofitting older vessels, the slow pace of innovation in low-carbon fuels, and the regulatory complexities across different jurisdictions. However, ongoing research and investments, especially in renewable fuels and digital technologies, provide hope for achieving the IMO's target of reducing carbon emissions by 50% by 2050.

The future of the maritime industry may depend on a combination of regulatory pressure, technological innovations, and collaboration between governments and industry leaders. In her book "Decarbonizing Shipping: Challenges and Opportunities", Laura Middleton argues that while the road to zero-emissions shipping is long, the industry is already taking significant steps towards that goal.[7]

Conclusion

The maritime sector is at a crucial juncture in its fight against climate change. With regulatory support from bodies like the IMO and the adoption of energy-efficient technologies, cleaner fuels, and digital innovations, the industry is making progress toward reducing its carbon footprint. However, significant work remains to be done to achieve long-term sustainability.

For further reading, key books such as "Ship Energy Efficiency: Technologies, Policies, and Practices" by Alan Ross and "LNG as a Fuel for the Maritime Sector" by Robert Stelling offer in-depth insights into the future of maritime energy efficiency and decarbonization efforts.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ross A. Ship Energy Efficiency: Technologies, Policies, and Practices – London: Maritime Press, 2021. – 320 p., 178-179.
2. Hart M. Marine Energy Management – New York: Oceanic Publishing, 2022. – 280 p., 201-202.
3. Stelling R. LNG as a Fuel for the Maritime Sector – Hamburg: Nautical Books, 2020. – 245 p., 75.
4. Daniels E. Green Shipping: A Guide to Zero-Carbon Fuel Alternatives – San Francisco: GreenTech Publishing, 2022. – 310 p., 119-127.
5. Wang J. Digitalization and Smart Shipping – Singapore: Marine Digital Press, 2023. – 290 p., 209-210.
6. Burke S. Maritime Regulations and Climate Change – Oxford: Climate Maritime Publishers, 2021. – 265 p., 65-68.
7. Barnett V. Market Mechanisms for Maritime Decarbonization – Brussels: EcoShip Press, 2021. – 300 p., 256
8. Middleton L. Decarbonizing Shipping: Challenges and Opportunities – Amsterdam: Global Shipping Books, 2022. – 275 p., 23-29

УДК 005.963.1 : 656.61 (045)=111

TRAINING FOR SEAFARERS

Костроміна О.В., к.ф.н., доцент

Національний Університет "Одеська морська академія, Україна

Training for seafarers has historically been a combination of theoretical and practical basic training undertaken in shore training establishments and sea time on vessels at sea. The skills level for different ranks is laid down in the STCW Convention and all appropriate training and examination will need to be satisfactory completed for career progression. As well as the basic training for seafarers that all seafarers undergo, ship operators will want to ensure that officers and crew are able to operate the equipment and systems on the ship in which they are serving. When the ship is new, it is normal for the supplier to offer some training to one or two personnel selected by the owner at a training facility. When equipment is retrofitted, some equipment makers will do the same but sometimes it is necessary for the shipowner to arrange training. In addition to item specific training, seafarers need to take part in regular drills for things such as lifeboat launching or fire fighting.

A well operated ship will also want their crews to take part in safety meetings and reinforce training using resources such as films and videos. Activities such as these are now written into the safety management systems of ship operators - or at least they should be. Onboard training films using film and projectors have been around since the days of black and white films. Videotel, one of the most well known producers of marine training material was founded in 1973 and is a good example of how training for seafarers is one area where shipping has fully embraced digitalisation. The company has always made its own training for seafarers films which cover the whole gamut of work and equipment on board all ship types and has at times added an entertainment element to them

using techniques such as gamifying some of their titles. In common with similar organizations, Videotel's early method of operation was to supply a selection of films to ships and to change them at regular intervals to a new selection chosen by the ship or in accordance with a schedule established with the shipowner. The films - later on videotape and then on DVDs - were hired from Videotel and not owned by the ship. In the mid -2000s, Videotel, moved some of its title to an online service and launched an on demand service. It also moved into the computer-based training (CBT) sector with system specific ECDIS instructional training programmes. In 2014, it was acquired by KVH being seen as ideally suited to that company's VSAT and entertainments offerings.CBT took off in the maritime sphere with several other service providers providing a wide range of subjects. In 2010 the Norwegian e-learning company Seagull launched an online version of its Seagull Training Administrator (STA) crew training software, offering offer access to Seagull's full computer-based onboard training library via the internet. The system gave shore staff the opportunity to check on STA training records and statistical reports, as well as opening up access to all 149 of Seagull's Computer Based Training (CBT) programmes from anywhere in the world via an internet connection and a compatible browser. By 2018 Videotel had added VR to its training for seafarers services following a co-operation with OMS-VR. A year earlier it had adapted its training material for use on mobile phones and tablets extending the learning possibilities for users. The system incorporates HTML5 responsive - design capabilities, where content can rescale dynamically to any screen size or aspect ratio. Additional features include touch navigation, a multi-language capability allowing users to switch between languages, and an ECDIS-inspired 'night mode' that allows the user to select a darker theme.

In 2020 Videotel and Seagull were combined into the Ocean Technology Group after the former was sold by KVH. Having brought the two trainers together OTG established its Ocean Learning Platform an enterprise level maritime learning management system designed to unite shore based and onboard training for seafarers initiatives, online and across mobile devices. It delivers blended learning, assessment and competency management solutions that completely connect e-Learning and hands-on activity to improve knowledge, skills and behavioural development. At its core is a new Ocean Learning Library bringing together materials from across the brands. Upgraded software-enabled features and the introduction of micro-learning and gamified content is aimed at further enhancing crew engagement encouraging the adoption of personalised and immersive learning sessions. Users can now combine information and content specific training for their companies and fleets, to complement the Ocean Learning Library. This is now further-enabled through an integrated rapid authoring tool, which allows companies to quickly create customised and trackable e-Learning content on subject areas of critical importance to the company. Similarly, a pulse survey tool is now available that allows ship managers and crew managers to actively engage with their seafarers on a range of interactive applications such as employee experience, safety and operational matters and in-house campaigns. Survey data is then returned from the vessel and online sources providing insight and facilitating data-driven decision making. Taking into consideration the information above, it's very important to be up to date with the information concerning professional development and growth and, of course, safety first of all.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шейко А.О. Чинники психологічної стійкості осіб юнацького віку. URL: [http://C:/Users/Admin/ Downloads/ Nvmdups_2013_2_11_64%20\(2\).pdf](http://C:/Users/Admin/Downloads/Nvmdups_2013_2_11_64%20(2).pdf).
2. AMSA issues guidelines on fatigue. Safety4sea. 5.03.2020. URL: <https://safety4sea.com/amsaissues-guidelines-on-fatigue/>.

FIVE TEACHING MODELS WHICH HAVE INFLUENCED CURRENT TEACHING PRACTICE

Мелентєва О.М., к.ф.н., доцент

Національний Університет «Одеська Морська Академія», Україна

There have been some traditional language learning techniques that have been used for many years. In more recent times there have been five teaching models which have had a strong influence on classroom practice.

They are:

Grammar-translation: practitioners think that, by analysing the grammar and by finding equivalents between the students' language and the language to be studied, the student will learn how the foreign language is constructed.

But a concentration on grammar-translation stops the students from getting the kind of natural language input that will help them acquire language, and it often fails to give them opportunities to activate their language knowledge. The danger with grammar-translation is that it teaches people about the language and doesn't really help them to learn the language itself.

Audio-lingualism: It is a language-teaching methodology based heavily on behaviourist theories of learning. These theories suggested that much learning is the result of habit formation through conditioning. As a result of this, audio-lingual classes concentrated on long repetition-drill stages in which the students acquire a good language habits.

Audio-lingualism went out of fashion because commentators from all sides argued that language learning was far more subtle than just the formation of habits. Methodologist were also concerned that in audio-lingualism students were not exposed to real and realistic language.

However, it is interesting to note that drilling is still popular during Study (Practice) phase.

PPP: this stands for Presentation, Practice, Production and is similar to Engage, Study, Activate. In PPP classes or sequences, the teacher presents the context and situation for the language and both explains and demonstrates the meaning and form of the new language. The students then practice making sentences before going on to the production stage, in which students talk more freely. PPP is extremely effective for teaching simple language at lower levels. It becomes less appropriate when students already know a lot of language and therefore don't need the same kind of marked presentation.

Task-Based Learning: here the emphasis is on the task rather than the language. Students are given the tasks. When they have completed the task, teachers can, if necessary - and only if necessary - give them a bit of a language study to clear up some of the problems they encountered while completing the task. Alternatively, teachers might ask them to write part of the task for their area. When they have completed the task, teachers can read their efforts and do some language/writing study to help them to do better next time.

It will be noticed immediately that task-based learning sequences fit very neatly into the lesson description where language Activation (Production) is the first goal and Study (Practice) comes later if and when appropriate.

Communicative Language Teaching was a radical departure from the PPP type lessons which had tended to dominate language teaching. Communicative Language Teaching has to main strands: the first is that language is not just bits of grammar, it's also involves language functions such as inviting, agreeing and disagreeing, suggesting etc., which students should learn how to use. They also need to be aware of the need for appropriacy when talking and writing to people in terms of the kind of language they use (formal, informal, tentative, technical etc.)

The Second strand of Communicative Language Teaching developed from the idea that if students get enough exposure to language and opportunities for its use - and if they are motivated - then language learning will take care of itself. In other words, the focus of much communicative language teaching became what is called Activation (Production) and Study (Practice).

Communicative Language Teaching has had a thoroughly beneficial effect since it reminded teachers that people learn languages not so that they "know" them, but so that they can communicate. Giving students different kinds of language, pointing them to aspect of style and appropriacy, and above all giving them opportunities to try out real language within the classroom humanised what had sometimes been too regimented.

ЛІТЕРАТУРА

1. Howatte, A.P.R. 1984. A History of English Language Teaching. Oxford, 1984.
2. Littlewood, W. Foreign and Second Language Learning. Cambridge, 1984.

УДК 811.111'276.6:656.61-044.922 (043.2)

CLIL AND MARITIME ENGLISH: CHALLENGES AND TRENDS

Мілошунас В. В., старший викладач кафедри «Морська англійська мова»

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Nowadays Content and Language Integrated Learning (CLIL) has become an increasingly trendy approach in education. In multilingual settings CLIL refers to teaching subjects such as history, geography, or science through a foreign language. This dual-focused practice allows students to develop subject comprehension, enhances their proficiency in a second language. Maritime English (ME) can generally be classified as English for specific purposes (ESP). Compared to general English, ESP underlines the teaching of English for vocational or professional purposes. Thus, ME is defined as the English language used by seafarers both at sea and in port and by individuals working in the shipping and shipbuilding industry.

It is intended to cadets who need to be fluent in English for communicating successfully on board and ashore. Maritime English includes maritime and language skills and its aspects, such as listening and speaking for communication, reading and writing, grammar, applied terminologies, and SMCP content.

There are many signs, indicating CLIL with a number of challenges, while the trends are also presented.

1. We can consider the teacher competence as a primary challenge. In this case, there are double problem, hence, many teachers are experts in their fields but may not be fluent enough in the foreign language to teach confidently. Otherwise, Maritime English teachers should possess the knowledge of navigation and piloting. It is hard to clarify the subject of navigation without knowing the common type of its aids (buoys, many types of lights, the shapes of marks) and the skill to read the nautical charts with their admiralty charts symbols. One of the primary challenges of CLIL is the requirement for teachers to exhibit a high level of competence either the subject matter or the necessary language. That's why the demands for professional development increase. An element that can contribute to successful learning of both language and content is the development of learning strategies, such as gathering meaning from context, using presentations, screens, images, charts and visual prompts to aid understanding and memory.

2. The high level of teacher's skill doesn't imply the same of students. The Maritime English is studied on progressive ranks with appropriate vocabulary and grammar tasks. Most ships are operated by multinational crews and shore – based teams. Effective communication is a mandatory requirement of the IMO STCW Convention, SOLAS, ISM Code and additional international standards to ensure the safety vessel and her crew. The work onboard requires a level of English to meet the competencies of the rank, however, English is often a leading factor in maritime field. Intermediate level is pertinent, but there are points, involving the advanced one. Cadets in CLIL programs for Maritime English are often at varying levels of language proficiency. Despite on the facts that the methodology aims to improve language skills, students with weaker language abilities may struggle to engulf the efficient volume of the content.

3. Among the other challenges there is an assessment, because both content and language skills are entwined. It should be thoroughly estimated the process of assessment. Is it mainly based on subject knowledge, fluency in the language, or a combination of these two subjects? This can add confusion and difficulty in establishing clear, nondiscriminatory, and standardized assessment criteria, especially in multilingual classrooms. Especially, in the case of different levels of cadets. CLIL teachers should aim to encourage them through collaboration and cooperative work.

4. The other challenge of CLIL is the lack of proper materials. As it requires resources that support both content learning and language development, development of resources that address both needs is exigent. Often language-focused resources may not support specific content areas. There are gaps in translation of Ukrainian-English version of students' books, for example. SMCP, which are interviewed in crewing agencies, don't have Ukrainian version, because Ukrainian language isn't a language of IMO. Standard Marine Communication Phrases (SMCP) were developed and adopted by the International Maritime Organization in order to minimize the risks associated with misunderstanding at sea. The knowledge of these phrases is mandatory for cadets and mariners. Thus, the lack of suitable materials leads to additional planning and extra time for preparing the lessons. This causes limits for the approach's effectiveness.

As concerns the trends in the CLIL and its attitude to Maritime English, first of all, not to mention the rise of specialized bilingual teacher training programs that focus on preparing educators with CLIL. These programs highlight language fluency, content pedagogy, and the integration of language acquisition activities into subject teaching. It was planned to equip educators with the important skills to teach subjects (Maritime English) in a foreign language, promoting students' linguistic, cultural, and communication skills. The goal of these activities is to explore teaching methodologies that foster involvement during the lessons, which encourages active participation and enhances critical thinking skills that are significant in the 21st century.

The second trend is the use of digital tools and resources as a way to support CLIL teaching and learning. Apps which improve language learning assist to minimize the gap between language proficiency and subject learning. These tools also offer personalized learning opportunities, which can accommodate students' differing language levels.

- Collaborative Tools (e.g., Padlet, Google Docs, Miro, Zoom): Digital whiteboards and document-sharing platforms facilitate group work and feedback, allowing cadets to collaborate in real-time and practice language in a language - focused context.
- Digital Dictionaries and Translation Tools (e.g., Cambridge Dictionary): These tools provide definitions, synonyms, and translations that help cadets better grasp subject -specific terminology.
- Quiz and Flashcard Apps (e.g., Quizlet, Colregs apps): These tools make vocabulary acquisition more engaging and offer students repeated exposure to new terms and concepts. The learning of Colregs rules can be challenging. These apps show the view forward from the deck of various vessels (power, sailing and fishing) of developing traffic situations at sea. They can also provide immediate feedback, which helps reinforce learning of cadets.

It could consider the rising of soft skills as the third trend - collaborations, the solving of problems, communication, opinion making. CLIL aligns well with these competencies because it encourages students to engage in discussions, group work, and presentations in another language. Trends indicate that CLIL classrooms increasingly focus on these soft skills in conjunction with academic content, fostering educational experience of cadets. CLIL is used also for fostering cultural awareness. Through exposure to foreign languages and perspectives, cadets in CLIL programs develop a better understanding of environmental protection (and the role of maritime industry in this process), global issues and cultural diversity in multilingual crew. CLIL programs are likely to incorporate more content related to international perspectives and different cultures.

Therefore, CLIL presents both challenges and opportunities in modern education. While there are significant obstacles, such as teacher competence, curriculum design, and assessment, the approach also aligns with global trends in language learning and education. With increasing attention to bilingual teacher training, the integration of digital tools, and the development of global citizenship,

CLIL is evolving to meet the demands of a rapidly changing educational field. By addressing its challenges and trends, CLIL has the potential to offer cadets a valuable, immersive learning experience with ME that prepares them for the work at sea.

ЛІТЕРАТУРА

1. Adelija Čulić-Viskot Essential English for Pilotage and Tug Assistance - Proposal for SMCP Extension. <https://www.toms.com.hr/index.php/toms/article/view/94/80>
2. Barzii Yu. Implementation CLIL methods at the English lessons in higher maritime educational institutions / Yu. Barzii, Yu. Grishko // Young Scientist. – Issue 7.2 (71.2). – 2019. – P. 1–4
3. Bozdogan D. Technology enhanced CLIL classrooms. https://www.researchgate.net/publication/285299208_Technology_enhanced_CLIL_classrooms
4. Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). CLIL: Content and language integrated learning. Cambridge University Press.
5. Montel E. The CLIL Method of Teaching: 4 Ways to Implement This Method in Class. URL: <https://www.fluentu.com/blog/educator/clil-method-of-teaching/> (date of appeal: 10 March 2020).
6. Plácido E. Bazo Martínez, Sergio D. Francisco Déniz: Digital Competence and CLIL: The Use of WebQuests in Bilingual Education. <https://sciendo.com/article/10.2478/eteals-2018-0017>
7. Smelikova V. B. The use of the case-technologies in teaching Maritime English in a competency-based approach. Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – Budapest, 2015. – III (33). – Issue 66. – P. 16–19.

УДК 81'25: 341.225 (045)

Peculiarities of translation of English maritime law terminology

Писаревська В.А., викладач кафедри «Морської англійської мови»

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

The article explores the challenges of translating English-language terminology in maritime law. This research is important because, unlike general legal terminology or that of specific fields such as financial, civil, criminal, or administrative law, maritime law terms have received little attention. Furthermore, there are currently no published dictionaries dedicated to English-language maritime law terms. In their effort to create such a dictionary, the authors examine the difficulties in translating these terms, highlighting cultural influences and identifying various translation challenges specific to this area.

The accumulation and translation of new terminology in shipbuilding continues, yet the systematization of this process currently seems underdeveloped. Terminology quickly becomes outdated, especially with rapid technological advancements. Consequently, many terms are borrowed into the Ukrainian language. Unfortunately, searching for translations of new foreign legal terminology online often yields limited results, as western terms are frequently used in their original English form without translation. In everyday language and popular publications, new terms are often not translated but appear as direct borrowings or abbreviations. While such terminology in English is clear and meaningful, Ukrainian speakers require additional decoding and explanation. Meanwhile, these terms are replicated across websites, spreading potentially inaccurate or imprecise translations across the internet.

Contracts, agreements, and charters are legal documents with specific features, including sentence structure, specialized vocabulary, and unique lexical patterns, all of which must be understood to produce a quality translation. Translators often struggle to determine the correct name for a document when the source text simply uses the impersonal term “contract.” The main challenge lies in choosing between the terms “agreement” and “contract,” which have similar meanings.

Generally, a “contract” refers to a foreign economic transaction, and contracts often involve state or municipal institutions, whereas agreements do not. In the maritime industry, such documents have become standardized, widely accepted, and are typically provided as English-language proformas, many of which are officially translated into Ukrainian. Structurally, proforma terms and conditions are divided into fixed and variable elements. Fixed conditions make up most of the document, forming its core content, while variable terms are left blank to be filled in during contract negotiations. Permanent terms can also be adjusted in negotiations, and if any sections are removed, the text in both languages remains visible but is crossed out. The translator’s role, therefore, involves translating the variable terms, annexes, amendments, and additions within the document.

This study demonstrated the importance of systematizing English-language maritime law terms in creating a bilingual dictionary of essential maritime law terminology. As previously established, this field’s terminology is diverse, encompassing not only core maritime law terms but also general legal terms (used in formal contexts at least twice as often as specialized terms) and maritime-specific terms. Systematic organization helped reveal the connections between concepts in the dictionary and, crucially, relate them to issues governed by maritime law, while also eliminating redundant terms and grouping synonyms. Therefore, the systematicity of English-language maritime law terminology is crucial when selecting terms for future bilingual lexicographic work. Besides systematization, the simultaneity (i.e., time relevance) and frequency of the selected terms are also important factors. The most authoritative dictionaries used for systematization include Glossary of Maritime Law Terms by William Tetley, a leading expert in maritime law, featuring around 1,500 terms, and Black’s Law Dictionary by Henry Campbell Black, a respected secondary legal source and leading law dictionary.

Certain categories of terms are particularly challenging to translate, especially polysemantic terms—those with multiple established meanings in maritime law. For example, consider the term maintenance. According to Black’s Law Dictionary, this term has various definitions:

- 1) the continuation of something, such as a lawsuit;
- 2) ongoing possession of something, such as property;
- 3) supporting a position or opinion;
- 4) upkeep of property to maintain its operation;
- 5) financial support provided by one person to another.

Therefore, maintenance requires different translations depending on the context. Consider these examples:

1. “The remaining salvage vessels were put into care and maintenance.”
2. “DRBA asks the court to adopt a per se rule denying maintenance to commuter seamen.”

In these contexts, the term maintenance conveys different meanings. Out of the five definitions in Black’s Law Dictionary, two—definitions 4 and 5—apply to maritime law. The first context relates to vessel upkeep, while the second refers to financial support for seafarers.

The analysis of a corpus of professional texts allowed for determining the frequency of various translation equivalents and recording the most accurate options in the accompanying English-Ukrainian Dictionary of Maritime Law Terms. The conclusion summarizes the findings and outlines future research opportunities in this field. The study confirmed the systematic nature of English-language maritime law terminology, identified key lexicographic features of these terms (which align it closely with terminology in the humanities), and highlighted the importance of systematicity in selecting terms for maritime law usage.

ЛІТЕРАТУРА

1. Crystal, D. (2003). English as a Global Language. Cambridge: Cambridge University Press. 212 p.
2. Gillespie A. The English Legal System. — Oxford University Press, 2013. P. 199.
3. Kachru, Y., Smith, L. (2008). Cultures, Contexts, and World Englishes. London, New York: Routledge. 231 p.
4. Mangone G. United States Admiralty Law. – The Hague: Kluwer Law International, 1997. PP 24-25

5. Marsden L.D. Select Pleas in the Court of Admiralty. Vol. 1, 1894. – Facsimile Publisher, 2015. P. 14

УДК 811.111'42

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ ІНШОМОВНОМУ МОНОЛОГІЧНОМУ ВИСЛОВЛЮВАННЮ У ДИСТАНЦІЙНОМУ ФОРМАТІ

Савватєєва В.Д., викладач кафедри "Морська англійська мова"

Національний університет "Одеська морська академія", (Україна)

Вступ. Стаття присвячена навчанню майбутніх моряків іншомовному монологічному мовленню у дистанційному форматі. У ході дослідження проаналізовано та окреслено поняття «дистанційне навчання», яке є різновидом системи загальної освіти, що реалізується на відстані за допомогою інтернет технологій. Під час цього процесу відбувається безпосередня взаємодія учнів, яка характеризується пізнавальною активністю кожного студента та позитивною мотивацією кожного студента, швидким зворотнім зв'язком та інтерактивним і динамічним спілкуванням [1]. Особливостями проведення дистанційного навчання майбутніх судноводіїв є можливість отримувати освіту у процесі плавпрактики, мати в доступі всі види освітніх ресурсів та сервіси мережі Інтернет, мати вільний доступ до навчальних матеріалів, розміщених в єдиному інформаційному просторі морського вишу, безпосередньо спілкуватися з викладачами, вислати викладачу самостійні роботи, прослуховувати матеріал лекцій потворно.

Процес навчання майбутніх судноводіїв іншомовному монологічному мовленню з урахуванням дистанційного навчання передбачає розвиток передмовленнєвих та мовленнєвих іншомовних умінь курсантів [2]. Щодо методичних дій розвитку передмовленнєвих іншомовних умінь курсантів, то впроваджувалися такі прийоми навчання: детальні відповіді на запитання за текстом, переказ тексту з опорою на запитання (стислий, детальний), опис віртуальних малюнків морського обладнання, виправлення невірної інформації, спеціально поданої в тексті, з урахуванням професійного змісту і деатальним поясненням, перегляд відео сюжетів про дії судна в різноманітних ситуаціях та подальше коментування дій членів екіпажу. Щодо методичних дій з розвитку мовленнєвих іншомовних умінь, то впроваджувалися такі прийоми навчання: перегляд документального відео сюжету, його обговорення та оцінка кваліфікації членів екіпажу під час виконання завдання; письмовий опис відеофрагменту з покроковою деталізацією дій членів екіпажу; робота з інтерактивною комп'ютерною програмою щодо професійних обов'язків судноводіїв з коментуванням їх дій; виконання виробничих завдань, що базуються на знанні морських аббревіатур і передбачають роботу з навігаційною інтерактивною мапою з паралельним коментуванням дій іноземною мовою; обґрунтування вибору шляху судна з урахуванням небезпек, буїв та вогнів, вказаних на віртуальній карті.

Наприкінці роботи за кожною темою для удосконалення вмінь іншомовного монологічного мовлення передбачається демонстрація інтерактивної презентації за матеріалом, що вивчався, тобто відбувається інтеграція предмету за фахом та іноземної мови, що дає можливість курсантам продемонструвати як добре вони розуміють матеріал, який вивчався в процесі дистанційного навчання.

Висновки. Підсумовуючи, можемо зробити наступні висновки. В ході дослідження проаналізовано і окреслено поняття «дистанційне навчання», під яким розуміється вид загальної системи освіти, що реалізується на відстані за допомогою Інтернет-технологій. Під час цього процесу відбувається безпосередня взаємодія викладача і студента, яка характеризується пізнавальною активністю кожного студента, його позитивною

вмотивованістю, швидким зворотним зв'язком та інтерактивним залученням до навчального процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боднар С. В. Оцінювання умінь усного іншомовного монологічного мовлення учнів на рівні «незалежний користувач». *Актуальні проблеми іноземної філології та освітній соціокультурний процес*: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (8–9 грудня 2017, Тернопіль). м. Тернопіль: ТНПУ імені В. Гнатюка. С. 216–219.
2. Колечинцева Т. С. Використання онлайн-симуляцій з фізики для забезпечення якісного навчального процесу у вищому навчальному закладі морського спрямування під час дистанційного навчання. *Наукові інновації та передові технології*. 2023. № 6(20). С. 457–461.
3. Малихін О. В., Ярмольчук Т. М. Фахова підготовка майбутніх фахівців-філологів засобами інформаційного середовища. *Суб'єктивація процесу фахової підготовки майбутнього філолога: теоретичні і практичні аспекти*: монографія / за ред. О. В. Малихіна. Частина 1. Київ, НУБіП України. 2017. С. 202–229.
4. Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Положення про дистанційне навчання» URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13>.
5. Jurado R. G. Barriers to a wider Implementation of LMS in Higher Education: a Swedish case study, 2006-2011. *Eleed (e-learning and education)*. 2012. Vol. 9. URL: https://www.researchgate.net/publication/263007802_Barriers_to_a_wider_Implementation_of_LMS_in_Higher_Education_a_Swedish_case_study_2006-2011.
6. Stangl W. Was Sie immer schon über Psychologie wissen wollten. Arbeitsblätter zur wissenschaftlichen Psychologie. URL: <https://arbeitsblaetter.stangl-taller.at>.

УДК 378:656.61:004.9(477)

ФОРМУВАННЯ АНГЛОМОВНОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ СУДНОВОДІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ ІКТ

Сіваченко І.В., к.ф.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Питання формування англомовної професійної компетентності шляхом використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) набуває все більшої актуальності, зокрема у сфері водного транспорту. Саме англійська як мова повсякденного спілкування з членами команди зайняла одну з найважливіших позицій у процесі підготовки судноводія, а пандемія COVID-19 і повномасштабна війна РФ проти України посилюють цю тенденцію та внесли низку змін у цей процес. Однією з головних новацій у навчанні судноводіїв стала поширена практика дистанційного вивчення англійської мови за допомогою інтернет-технологій, мультимедійних програмних засобів та електронних посібників і підручників. Предметом дослідження визначено функціональні можливості ІКТ у процесі вивчення майбутніми судноводіями англійської мови. Метою роботи є огляд особливостей засобів ІКТ, які використовуються в ході формування англомовної професійної компетентності майбутніх судноводіїв в умовах воєнного стану та надання рекомендацій, що допоможуть застосовувати ці засоби ефективніше. Попередні дослідження не містили таких рекомендацій, це й було визначено прогалиною, яку потрібно заповнити.

Для досягнення мети було поставлено низку завдань:

1. Розкрити сутність поняття інформаційно-комунікаційних технологій, їх функції та значення в професійній підготовці здобувачів освіти;
2. Виявити основні напрями формування англомовної професійної компетентності у майбутніх судноводіїв, зокрема за допомогою засобів ІКТ;
3. Дослідити функціональні можливості ІКТ у процесі навчання та переваги їх застосування для формування англомовної професійної компетентності судноводіїв;
4. Розробити рекомендації для підвищення ефективності використання засобів ІКТ у процесі формування англомовної професійної компетентності майбутніх судноводіїв.

Для оцінювання впливу ІКТ на формування професійної компетентності судноводіїв були використані такі методи збору даних:

- з метою виділення основних понять у ході дослідження використано метод абстрагування (поняття «ІКТ»);
- методи збору та оброблення інформації (спостереження) було використано з метою виділення особливостей використання засобів ІКТ у процесі навчання.

Результати. Насамперед потрібно визначити, що таке інформаційно-комунікаційні технології (далі – ІКТ) та їх основні завдання в процесі навчання. Отже, поняття ІКТ складається з усіх технологій, компонентів та інфраструктур, які сприяють спілкуванню та здатності отримувати доступ до інформації [1]. Вплив ІКТ на освітній процес не можна назвати однозначним, але з позитивних факторів можна визначити такі, як:

- збільшення доступності освітніх програм;
- спрощення процесу навчання;
- можливість самостійного вивчення наукових дисциплін.

У сучасному світі перелік завдань, які може розв'язати застосування ІКТ у процесі навчання, є доволі значним, а в контексті вивчення англійської мови він має такий вигляд:

- навчання та моделювання різноманітних явищ і процесів, дослідження їх характеристик (моделювання спілкування з англомовними членами команди);
- пізнання довкілля та самого себе (розуміння культурних особливостей та відмінностей англомовного середовища);
- забезпечення та управління освітніми закладами та процесом здобуття освіти (визначення необхідних годин та створення графіків вивчення іноземної мови);
- автоматизації процесів контролю та корекція результатів освітньої діяльності й комп'ютерного тестування (викладач англійської мови здатен контролювати виконання робіт дистанційно та швидко оцінювати результати).

Зазвичай у ході вивчення іноземної мови майбутніми судноводіями розв'язання всіх вищенаведених завдань є надзвичайно актуальним, бо допомагає не тільки ефективно вивчити англійську мову, але й опинитися в культурному контексті її носіїв.

Варто зазначити, що для ефективного впровадження засобів ІКТ в освітній процес викладачам потрібні спеціальні можливості з метою професійного розвитку в напрямі покращення власних навичок ІКТ для якісного оцінювання здобувачів освіти, доступу до онлайн-ресурсів та заохочення співпраці та залученості учнів [2].

Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі формування англомовної професійної компетентності майбутніх судноводіїв може включати такі напрями:

- залучення до навчання мережі Інтернет як джерела додаткових матеріалів;
- електронне листування з іноземцями;
- навчальні вправи для дистанційного вивчення англійської мови;
- створення та використання інтерактивних журналів і платформ;
- обговорення проблем за допомогою відеоконференцій та чатів;
- публікація інформації в блогах;
- впровадження та систематичне використання сучасних аудіовізуальних матеріалів;
- застосування мультимедійних технологій (електронних лекторів, тренажерів, підручників тощо);

– розроблення ситуативно-рольових та інтелектуальних ігор з використанням штучного інтелекту [3].

Ці напрями вибираються викладачем на основі особливостей кожного здобувача освіти та його технічного забезпечення. Найбільш ефективними засобами ІКТ в аудиторній підготовці майбутніх судноводіїв до спілкування з іноземцями є програми «NetClass Pro» й «The International Maritime English Language Programme», що використовуються для набуття курсантами знань і вмінь спілкування з представниками інших культур. Ці програми мають такі корисні функції для якісного навчання спілкуванню з іноземцями:

– передання файлів різноманітного вигляду та формату (текстових, презентацій, аудіо- та відеофайлів) за створеною локальною комп'ютерною мережею з комп'ютера викладача на комп'ютери здобувачів освіти, та навпаки;

– викладач має можливість контролювати роботу всіх курсантів одночасно, адже на екран його комп'ютера може бути виведено зображення кожного монітора в класі.

Переведення навчання в онлайн-формат та дистанційний режим стало особливістю освіти в умовах воєнного стану, хоч, як уже зазначалось вище, ця тенденція була виявлена ще під час епідемії COVID-19. Отже, вплив воєнного стану на прискорену інтеграцію ІКТ у навчання судноводіїв англійської мови не настільки значний, цей процес відбувається й з інших причин. Ще однією особливістю засобів ІКТ та специфіки вивчення англійської мови майбутнім судноводієм є те, що ці технології стимулюють самостійне вивчення іноземних мов. Тобто засоби ІКТ створені передусім для можливості самоосвіти та самоконтролю її результатів.

Функціональні можливості ІКТ, які є актуальними в процесі вивчення майбутніми судноводіями англійської мови, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Актуальні функціональні можливості ІКТ

№	Суть можливості	Пояснення можливості
1	Контроль індивідуального темпу освітньої діяльності	Майбутній судноводій має можливість самостійно вибирати момент переходу до наступної позиції, обсяг навчальної інформації, задавати швидкість подачі завдань, час їх розв'язання
2	Можливість самостійного переходу від вищого рівня складності навчального матеріалу до нижчого, і навпаки	Майбутній судноводій вибирає та визначає ступінь складності завдання. У нього є можливість спробувати свої сили на різних рівнях складності та врахувати прогалини в засвоєнні матеріалу
3	Можливість поділу змісту електронного підручника або посібника на окремі блоки інформації	Робить вивчення курсу більш гнучким, ефективним і глибшим, а також значно спрощує пошук необхідної інформації, бо майбутній судноводій сам вибирає тривалість і послідовність освітніх матеріалів, повністю адаптуючи весь процес навчання до своїх можливостей і потреб
4	Здатність до постійного та об'єктивного контролю та самоконтролю	Майбутній судноводій отримує оцінки, виставлені комп'ютером, а одразу після виконання завдань переглядає свої відповіді та аналізує помилки. Такий самоконтроль знань сприяє вихованню почуття відповідальності, розвиває пам'ять та уважність

Джерело: створено на основі [4].

Використовуючи всі можливості, що наведені в табл. 1, майбутній судноводій отримує переваги у формуванні англомовної професійної компетентності (рис. 1).

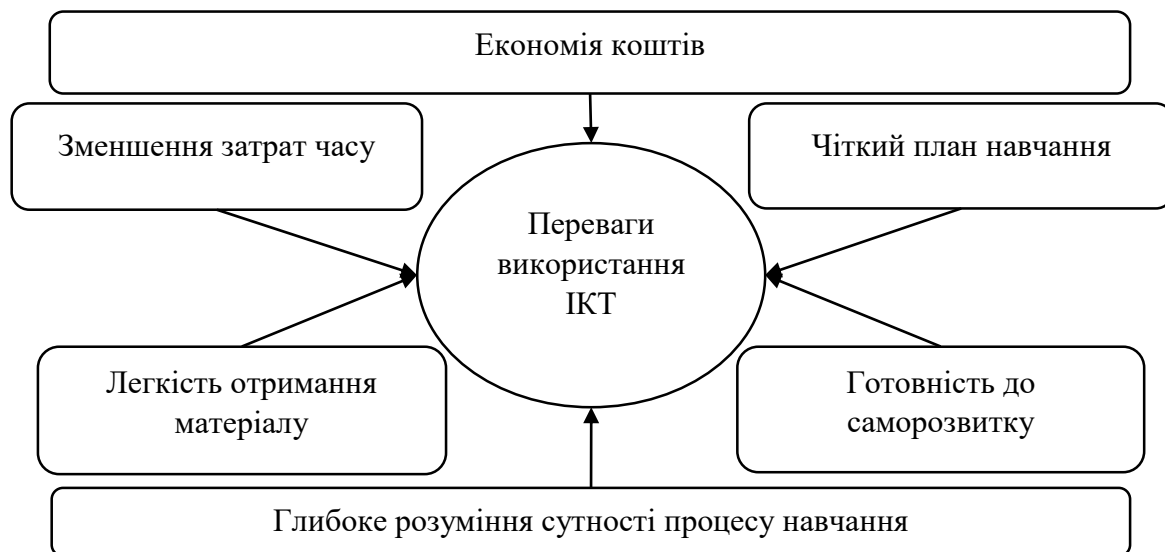


Рисунок 1. Переваги використання засобів ІКТ

Стає очевидним, що переваги, отримані майбутнім судноводієм у ході формування англомовної професійної компетентності, збільшують його конкурентоздатність не тільки в контексті його знання англійської мови, але і як фахівця морської справи.

Також не можна забувати, що здійснення освітнього процесу різними методами та засобами посилює пізнавальний інтерес до практичних занять, запобігає перевтомі здобувачів освіти на заняттях і водночас розвиває спостережливість, швидкість реакції, кмітливість, які є важливими якостями майбутнього фахівця [5].

Специфікою вивчення англійської мови майбутнім судноводієм є використання ним судових та морських документів, схем суден та обладнання, посилань на форуми фахівців морської справи [6]. Усе це вимагає знання особливої «морської» лексики та понять технічного змісту, в чому ідеально можуть допомогти електронні словники як один зі зручних засобів ІКТ. Їх застосування покращує показники англомовної компетентності судноводіїв, що виявляється в розумінні ними специфічних термінів, які використовують іноземні члени команди та колеги.

Проведений огляд особливостей засобів ІКТ, які використовуються в процесі формування англомовної професійної компетентності майбутніх судноводіїв в умовах воєнного стану, дозволив надати такі рекомендації для ефективного їх застосування під час вивчення англійської мови:

- у навчанні онлайн потрібно пам'ятати про безпеку в мережі Інтернет та використовувати тільки ліцензійне програмне забезпечення;
- здійснювати виконання завдань навчальної програми в парах та малих групах як формах групової взаємодії;
- використовувати переваги дистанційної роботи над аудиторною та самоосвіти – над роботою з викладачем;
- використання мікрофону та камери для ефективної комунікації (групових чатів, дзвінків та конференцій).

Висновки. Отже, використання засобів ІКТ у процесі формування англомовної професійної компетентності дозволяє майбутнім судноводіям отримати низку переваг та збільшити їх конкурентоздатність не тільки в контексті знання англійської мови, але і як фахівців морської справи. Засоби ІКТ допомагають майбутнім судноводіям засвоїти необхідні специфічні поняття та підготуватися до спілкування з представниками інших культур. Також

виявлено значне перебільшення впливу воєнного стану на впровадження засобів ІКТ, оскільки вони почали використовуватися ще задовго до 24 лютого 2022 року. У ході дослідження було надано рекомендації, що допоможуть застосовувати засоби ІКТ ефективніше з метою вивчення англійської мови. Однією з найважливіших пропозицій щодо використання ІКТ є зміщення уваги з ролі викладача в цьому процесі на самоосвіту майбутнього спеціаліста. Перспективним вбачається дослідження впливу засобів ІКТ на показники якості формування англійської професійної компетентності майбутніх судноводіїв на основі емпіричного дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. North Carolina Central University. (2024, 26 February). *What is Information and Communications Technology?*. <https://online.nccu.edu/blog/what-is-information-communications-technology/>
2. Kilag, O. K. T., Segarra, G. B., De Gracia, A. M. L., Del Socorro, A. S., Abendan, C. F. K., Camangyan, G. A., & Mahasol, E. T. (2023). ICT application in teaching and learning. *Science and Education*, 4(2), 854-865.
3. Vovchasta, N., Kozlovska, I., Opachko, M., Paikush, M., & Stechkevych, O. (2021). The use of information and communication technologies as a means of professional foreign language training. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 13(3), 38-50.
4. Mironets, L., & Tolochko, S. (2023). Theoretical and methodological basis of the use of digital technologies in the formation of environmental competence of applicants for education. *ScienceRise: Pedagogical Education*, 1(52), 10-16.
5. Шевельова-Гаркуша, Н. (2023). Peculiarities of the use of modern technologies in teaching english to future marine specialists. *Вісник науки та освіти*, 4(10), 267-277.
6. Бойко, К. Л. (2021). Інтерактивна модель навчання судноводіїв англійської мови професійної направленості. *Актуальні питання гуманітарних наук. Серія: Педагогіка*, 42(3), 14-18.

УДК 81:378

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗВИТКУ МОВЛЕННСЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ МОРЯКІВ

Тихоніна С. І., к. філол. н., доц. кафедри «Морська англійська мова»,
Олінчук В. В., к. філол. н., доц. кафедри «Морська англійська мова»

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Робота в багатонаціональному екіпажі передбачає вирішення великої кількості професійних питань, необхідність постійно спілкуватися, тому опанування міжнародної іноземної мови, тобто англійської, є обов'язковою частиною професійної підготовки моряків. Високий рівень володіння англійською мовою є першочерговою вимогою для досягнення успіху в морській сфері, тому що відкриває безліч можливостей: від простого спілкування з членами екіпажу під час відпочинку до професійної комунікації незалежно від спеціальності. Плинність кадрів та колосальна конкуренція «підштовхують» майбутніх моряків наполегливо вивчати англійську мову для успішної кар'єри в морській галузі.

Обов'язковість високого рівня знання англійської мови забезпечується міжнародною системою сертифікації моряків, згідно якою з 2002 р. всі дипломи про освіту майбутніх фахівців (від рядового складу до капітана) видають з обов'язковою процедурою складання іспиту на знання професійної англійської мови у відповідних (сертифікованих зазначеними вище міжнародними організаціями) центрах [2, с. 21].

Важливість знання англійської мови моряками не підлягає сумніву. По-перше, англійська мова – це офіційна мова міжнародного спілкування, в тому числі й у галузі судноплавства. Саме англійською мовою спілкуються представники різних країн екіпажу. Тому майбутні моряки мають вміти чітко формувати та висловлювати власні думки, граматично вірно будувати речення, зокрема питальні, адекватно сприймати на слух чуже мовлення для уникнення конфліктних ситуацій / непорозумінь на борту. Більш того, швидке реагування завдяки розумінню іноземної мови може попередити виникнення надзвичайних ситуацій або навіть врятувати комусь життя. Знання базової термінології та правил безпеки дозволяє членам екіпажу виконувати свою роботу ефективно. В решті решт, високий рівень знання англійської мови слугує визначним фактором при працевлаштуванні та зростанні по кар'єрній драбині, тому що судновласники та засновники кріюінгових компаній вимагають від кандидатів сертифікатів, що підтверджують їхні знання англійської мови. Всі наведені фактори наголошують на важливості вивчення англійської мови, вдосконаленні знань з професійної лексики та комунікативних навичок.

Тому основною **метою** представленого дослідження є аналіз «практичного інвентарю» для підвищення мовленнєвої компетентності морських спеціалістів, що в подальшому забезпечить їх конкурентоспроможність й здатність ефективно взаємодіяти з міжнародними колегами.

Під **мовленнєвою компетентністю** вбачаємо «діяльність людини, спрямовану на розуміння або створення тексту (усного або писемного), що здійснюється в процесі мовленнєвої діяльності» [3].

Вважаємо доцільним, що базою для опанування англійської мови є **вивчення термінології** із залученням сучасних технологій. Це сприятиме комунікації з міжнародними колегами, легкому розумінню інструкцій / документації. Знання термінології, пов'язаної з погодою, навігацією, безпекою життєдіяльності на судні, технічним обслуговуванням судна, становить фундамент подальшого опанування англійської мови.

Одночасно потрібно практикувати **вимову та розвивати аудитивні вміння**. Вимова та сприйняття чужого мовлення на слух є вирішальними для здійснення ефективної міжнародної комунікації на судні. Розвитку та вдосконаленню аудитивних навичок сприяють автентичні відео- та аудіоматеріали, записи радіопередач. Запис власної вимову, її прослуховування та аналіз допоможе зробити її більш чіткою та зрозумілою для співрозмовників.

Підвищенню рівня комунікативної компетентності майбутнього фахівця морської галузі сприяють **практичні симуляції та аналіз реальних ситуацій** (кейс-метод), що поглиблює лінгвістичне та культурне розуміння представників екіпажу різних національностей.

Використання **спеціалізованих навчальних матеріалів** під час вивчення англійської мови. Наразі є багато професійно спрямованих видань та навчально-методичних матеріалів, розроблених відповідно до потреб та вимог майбутніх моряків. Як правило, такі матеріали вибирають професійно орієнтовану лексику й граматику, для закріплення яких пропонується ряд практичних вправ, адаптованих для роботи на судні. Спеціалізовані навчальні матеріали сприяють зануренню в англійськомовне середовище, розвиваючи специфічні навички спілкування.

Мовна практика є ключовим фактором розвитку мовленнєвих компетентностей майбутнього моряка. Спілкування з носіями мови та колегами з інших країн, перш за все, сприяють подоланню мовного бар'єру й страху перед іноземцями. Крім того, у процесі комунікативної взаємодії удосконалюються не тільки мовленнєві, а ще й комунікативні навички, що допомагає швидше адаптуватися до міжнародного мовного середовища.

Висновки. Формування мовленнєвої компетентності майбутнього моряка важко переоцінити, оскільки високий рівень англійської мови сприяє високопродуктивній професійній діяльності в умовах жорсткої конкуренції на внутрішньому та зовнішньому ринках праці, підвищення якості організації роботи екіпажів та піклування про людей на судах, управління рухом суден, забезпечення безпеки судноплавств [1].

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондаренко, Є. В. (2018). Формування професійно-мовленнєвої компетентності майбутніх спеціалістів судноводіння у процесі фахової підготовки: автореф. ис. ... канд. пед. наук. 23 с.
2. Морська, Л. (2020). Характеристика процесу професійної підготовки до комунікативної взаємодії фахівців технічного профілю (на прикладі фахівців у сфері морського транспорту). Language: Codification. Competence. Communication, 1 (2), 21–31.
3. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-rozvitku-vishchoyi-osviti-v-ukrayini-na-20222032-roki-286-> (дата звернення: 22.10.2024)

УДК 811.111

ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ЕФЕКТИВНИХ МЕТОДІВ У ВИКЛАДАННІ КУРСАНТАМ-СУДНОВОДІЯМ МОРСЬКОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

Труханова Н.Л., к. ф. н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

ВСТУП. Морська англійська мова є розділом англійської мови спеціального призначення (ESP). Вона охоплює багато сфер, таких як географічна навігація, навігаційне обладнання, метеорологія, зберігання вантажів, морське право та регулювання, морське спілкування тощо [1]. Моряки-судноводії широко користуються морською англійською мовою на борту судна або під час роботи в порту. В порту офіцер-судноводій спілкується з багатьма службами: судновим агентом, представниками влади порту, інспекторами державного нагляду порту, сюрвесерами, стівідорами тощо.

Викладання морської англійської мови передбачає не тільки навчання професійній лексиці та комунікативним навичкам, які необхідні в усному спілкуванні, а і розвиток розуміння письмової продукції: міжнародних конвенцій з морського судноплавства; кодексів вантажів і безпеки; також – розуміння морських команд на слух; написання морських протестів і листів протесту, різноманітних звітів, зокрема звітів про морську аварію, заявок на бункерування, замовлення провізії і запчастин тощо. Як і інші напрямки ESP, морська англійська мова здебільшого орієнтована на потреби курсантів, автентичність матеріалів і завдань, використання різних підходів і методів.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ. Як ми бачимо, через іноземні морські перевезення морякам доводиться багато стикатися з іноземцями. Тому морська англійська – це дуже практичний курс. Курсанти мають покращити свій рівень англійської з трьох аспектів, тобто аудіювання, розмова та письмо. Для ефективного навчання англійській мові викладачі повинні розуміти методологію комунікативного підходу, щоб мати можливість створювати завдання відповідно до навчальних потреб своїх студентів, розвивати комунікативну компетенцію студентів і впроваджувати навчальний план, який відповідає вимогам, визначеним за Кодексом STCW.

Одночасно глобалізація породила інновації, можливості та виклики у сфері технологій. У результаті технологія відіграє вирішальну роль у передачі інформації через текст, зображення та звук. Тепер студенти є активними учасниками свого навчання і прагнуть досліджувати та відкривати нові знання. Як викладачі можуть адаптуватися до цієї зміни та запропонувати студентам ефективні та відповідні можливості навчання? Це головна проблема, з якою стикаються викладачі в 21 столітті, особливо в морській освіті та навчанні (Maritime Education and Training – MET).

Новітньою технологією, що швидко розвивається, є штучний інтелект (ШІ). За словами Рібейро, найбільш практичним застосуванням штучного інтелекту у викладанні англійської мови є його пряме використання вчителями англійської мови [2].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ. Штучний інтелект розробляє «розумні» пристрої, які працюють і реагують на щось схоже на людський мозок, наприклад комп'ютерні системи (онлайн-платформи) і комп'ютеризовані машини (роботи) [3].

Штучний інтелект забезпечує реальну діалогову платформу моделювання для викладання та вивчення англійської мови. ШІ допомагає студентам краще використовувати англійські слова, англійську розмовну та письмову мову, а також розвивати свої навички розуміння.

Наша задача полягає в тому, щоб показати, як використання ШІ може потенційно сприяти розбудові і розвитку як продуктивних (говоріння та письмо), так і сприйнятливих навичок (аудіювання та читання) курсантів-судноводіїв при навчанні професійній мові.

Ефективним є застосування чат-боту «The Maritime and Naval English Guide» (MNEG). Цей GPT-чат зосереджено на вдосконаленні навичок спілкування за допомогою інтерактивних рольових ігор, розпізнавання голосу для УКХ-радіорозмов і надання заохочувального зворотного зв'язку. Посібник створено для того, щоб допомогти морським професіоналам, зокрема судноводіям, оволодіти лексику, фразеологією, синтаксисом та професійними знаннями, які мають вирішальне значення для їх роботи в морі. Наприклад, користувачі можуть брати участь у змодельованих сценаріях УКХ-радіозв'язку, щоб відпрацьовувати виклики лиха або звичайний зв'язок судно-судно, тим самим покращуючи свої можливості зв'язку в реальному світі. Одним із ідеальних користувачів цього чат-боту вказано викладачів, які спеціалізуються у морській освіті і шукають комплексні інструменти для вдосконалення своєї навчальної програми практичними мовленнєвими вправами, моделюванням та оцінками, адаптованими до морської галузі [4].

Для розвитку продуктивних навичок, як «говоріння», викладачами кафедри морської англійської мови на базі MNEG чат-боту розроблялись сценарії професійних ситуацій з теми “Ship’s Arrival at a Port”. В них задіяні такі підтеми, як “Inward Clearance” and “Outward Clearance”. Так, наприклад, одним зі сценаріїв з підтеми “Inward Clearance” є наступний: “A vessel has arrived at a port, and the Master needs to complete the necessary clearance procedures. However, the Master realizes that some of the required forms are missing. The ship’s agent is unavailable, and there is limited time before the vessel’s scheduled departure”. Вся ця ситуація розкладається на 5 завдань/питань, виконання яких/відповіді на які курсанти мають обговорити в рамках своєї підгрупи. Завдання – наступні:

1. Identify the missing forms that are required for the vessel’s clearance.
2. What alternative options can the Master explore to obtain the missing forms?
3. If the missing forms cannot be obtained in time, what potential concerns can the vessel face?
4. How can the Master request an extension for the reporting the vessel’s arrival?
5. Outline a step-by-step plan of action that the Master can take to ensure the vessel’s clearance process is completed successfully.

Наведемо приклад сценарію з підтеми “Outward Clearance”: “A vessel is scheduled to depart from a port, but the Master realizes that the ship’s crew list is incomplete and contains errors. The vessel cannot leave without a correct and updated crew list”. 5 завдань/питань – наступні:

1. What are the potential consequences of departing with an incomplete or erroneous crew list?
2. Identify the necessary steps the Master should take to rectify the crew list.
3. How can the Master ensure the accuracy of the crew list before departure?
4. What resources can the Master consult to collect the correct information for the crew list?
5. Outline a plan of action for the Master to update the crew list efficiently and meet the departure schedule.

Для того, щоб дискутувати з цих завдань/питань курсанти користуються спеціалізованим матеріалом підручника і власним досвідом, який вони отримали під час проходження плавальної практики.

Залучення гейміфікації (рольові ігри) у цей метод розробки сценаріїв за допомогою MNEG чат-боту стає однією з позитивних альтернатив для покращення досягнення цілей навчання. Це пов’язано з тим, що гейміфікація надає привабливі можливості навчанню, яке не є нудним. Гейміфікація може зробити навчання інтерактивним, цікавим та ефективним і

стимулює курсанта отримати мотивацію, яка заохочує його легко отримувати нові знання відповідно до його досвіду теоретичної і практичної морської освіти.

ВИСНОВКИ. Інтеграція технологій у морську освіту усуває прогалини в галузі. Технологічний прогрес, як використання штучного інтелекту, покращує поточні методи навчання та запроваджує нові парадигми навчання. Включення ШІ в МЕТ призвело до більш ефективного та персоналізованого освітнього досвіду. Це надихнуло викладачів мови бути більш креативними, розробляючи цікаві та інтерактивні заходи, а також надаючи індивідуальну підтримку та цілеспрямовану практику, щоб допомогти студентам досягти рівня володіння англійською мовою. Використання ШІ в морській освіті та навчанні може принести численні переваги. Ось деякі з цих переваг:

1. Звернення до потреб студентів.
2. Забезпечення тісного зв'язку теорії навчання з практикою, що має першочергове значення для курсантів/студентів судноводіїв.
3. Зменшення навантаження викладачів, що дозволяє їм зосередитися на організації інтерактивних форм навчання за допомогою ШІ, а не тільки на виконанні звичайних завдань з лексики і граматики.
4. Створення навчального контенту та підтримка викладачів шляхом створення різноманітних та персоналізованих навчальних матеріалів. Це економить час викладачів, надає ширший діапазон форматів завдань і підвищує залученість студентів у навчальний процес завдяки елементам гейміфікації.

Таким чином, інтеграція штучного інтелекту у викладання англійської мови, особливо в контексті морської освіти та підготовки, революціонізує спосіб вивчення та взаємодії студентів з мовою. Технології навчальних чат-ботів ШІ сприяють допомозі в режимі реального часу та персоналізованому навчальному досвіду, дозволяючи студентам активно та ефективно брати участь у навчальному процесі. Задовольняючи конкретні потреби студентів, поєднуючи теорію з практикою та зменшуючи навантаження на викладачів, ШІ покращує результати навчання. Крім того, здатність створювати різноманітний та інтерактивний контент підтримує студентів мотивованими та інвестує у їх навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Brow E. (2016). Teaching English for Maritime Students. *International Journal of English Language, Literature and Humanities*, 11 (4), 399-403.
2. Ribeiro R. (2020). *Artificial Intelligence in English language learning*. Cambridge.
3. Karsenti T. (2019). Artificial Intelligence in Education: The Urgent Need to Prepare Teachers for Tomorrow's Schools. *Formation et Profession*, 27(1), 105. <https://doi.org/10.18162/fp.2019.a166>
4. The-Maritime-and-Naval-English-Guide. <https://www.yeschat.ai/gpts-9t557DPcFWv-The-Maritime-and-Naval-English-Guide>.

УДК 811.111: 656.61 (045) – 047.37

EXPLORING THE MARITIME ENGLISH

Kharkova Hanna, PhD, Assistant Professor,

National University "Odesa Maritime Academy", Ukraine

Maritime world or maritime industry is also known as the industry with multi-crew. They come from different backgrounds, cultures, competences, and languages. As the world-wide industry, with multi-workers, the language used in the maritime world is English. English is officially declared and used as the language of the maritime world.

So what is actually the Maritime English? Maritime English is as a navigational and safety communications from ship to shore and vice versa, ship to ship, and on board ships must be precise, simple and unambiguous, so as to avoid confusion and error, there is a need to standardize the language used. The Maritime English includes maritime-specific terminology – navigation, on-board operations, roles and

responsibilities, health and safety, emergencies. Maritime English has been codified by the International Maritime Organization (IMO) as Standard Marine Communication Phrases (SMCP).

The uniqueness and typicalities of English is labelled as a Standard Marine Communication Phrases (SMCP). The IMO Standard Marine Communication Phrases (SMCP) has been compiled 1) to assist in the greater safety navigation and of the conduct of the ship, 2) to assist maritime training institutions in meeting the objectives mentioned, and 3) to standardize the language used in communication for navigation at sea, in port to standardize the language used in communication for navigation at sea, in port approaches, waterways and harbors, and on board vessel with multilingual crews.

Maritime alphabets are uniquely different from other field of study of English for specific purposes (ESP) such as banking English, Media English, English of Law, etc. This shows that maritime alphabet is a typical one. The common grammatical patterns of Maritime English are uniquely different from the general English in several points.

First, it is Giving Instruction between and among the crew member. The instruction or giving instruction and giving commands in maritime world is frequently used. The frequent use of Giving Instruction is when there is emergency on board such as collision, grounding, sinking, fire, etc.

Second, are the ambiguous words. Some words in English have meanings depending on the context in which they appear. Misunderstanding frequently occur, especially in (Vessel Traffic System (VTS) communications which often have caused accident at sea.

Third, are Prowords. In Maritime world, the radio operators have great responsibility. Messages must be delivered quickly. But a simple error can cause major problems. For the reason, radio communication relies on procedural words, or prowords.

The Maritime English as the language used to communicate in all maritime-specific situations, on-board, ship to ship, and ship to shore, ship to helicopter in case of emergency is really restricted language. The restriction and modification (to some extents) of the English language is due to Maritime world and industry's high risk industry in terms of accident at sea. Also, crew of ship are from different countries with different linguistic competences, proficiencies and cultural background.

Misunderstanding and error in communication must be effectively minimized and avoided. That's why the Maritime English needs standardization, codification, and restriction in order to meet the nature of life of the maritime world.

BIBLIOGRAPHY

1. Blakey, TN. (1978). *English for Maritime Studies*. London: Pregamon Press Directorate General of Sea Transportation of Department of Transportation. (2008).
2. Dirgeyasa. I.Wy. 2009. The Nature of Maritime English and Its Current Issues in Proceeding *CONNEXT* 6. Unika Atmajaya Jakarta.
3. International Maritime Organization. (1995). *MO Standard Marine Communication Phrases*. London: Albert Embankment.
4. <https://www.slideshare.net/SpecialistLanguageCourses/maritime-english-courses-worldwide/12/5/217>.

УДК 811.111:378.018.43

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ МОРСЬКОЇ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

Хроленко О. А. старший викладач кафедри «Морська англійська мова»,
Русавська О. О. к.ф.н., доцент кафедри «Морська англійська мова»,
Бондаренко Є. В. к.п.н., доцент кафедри «Морська англійська мова»

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

У даній роботі розглянуто проблеми реалізації дистанційного навчання морської англійської мови. Передусім слід зазначити, що дистанційне навчання – це інноваційна організація освіти за допомогою програмного та апаратного забезпечення. Дистанційне навчання у вищих навчальних закладах передбачає застосування сукупності сучасних технологій, що дають можливість передавати навчальну інформацію в інтерактивному режимі

шляхом використання інформаційно-комунікаційних технологій від викладачів до студентів [1].

Серед проблем дистанційного навчання виокремлюють загальні проблеми реалізації дистанційного навчання: технічні та методологічні, а також проблеми, що є специфічними саме для вивчення іноземної мови у дистанційному форматі [2].

Основною проблемою під час вивчення морської англійської мови за допомогою дистанційного навчання є відсутність безпосереднього контакту із викладачем, яка пов'язана здебільшого не лише з технічними труднощами, а й методичними, як-от ефективна організація групової та індивідуальної роботи із студентами, грамотний та ефективний виклад інформаційного матеріалу та перевірка його засвоєння. Специфічною ж проблемою в організації програми дистанційного навчання з морської англійської мови є реалізація професійних компетенцій у майбутніх судноводіїв.

Реалізація дистанційного навчання у закладах вищої освіти, безумовно, пов'язана з загальною проблемою матеріально-технічного забезпечення обох сторін взаємодії. Оскільки однією з переваг дистанційного навчання є можливість віддаленого доступу до освітніх ресурсів за допомогою мережі Інтернет, наявність технічних засобів, шляхом яких може здійснюватися такий доступ, стає обов'язковою [3].

Водночас ще однією проблемою є розширення матеріально-технічної бази, що необхідна для створення якісного освітнього контенту, притаманного саме дистанційній формі навчання морської англійської мови. Вже на етапі створення контенту виникають безпосередньо проблеми методичного та методологічного характеру.

Під час навчання завдяки дистанційним технологіям змінюються й способи сприйняття інформації, що так само зумовлює необхідність підвищення якості та інтенсивності впливу способів викладу навчальної інформації. Наприклад, суттєво зростає роль інфографіки в навчанні та підвищуються вимоги до якості її створення, що зі свого боку може порушити потенційну проблему авторського права щодо використання матеріалів, схем, фотографій та зображень у дистанційному навчанні.

Якщо говорити про дистанційне навчання більш глобально, то воно, безперечно, зіткнулося з проблемою запровадження процесу цифровізації сучасної вищої освіти, який проявляється в активному впровадженні електронних форм обліку та контролю (електронний журнал), електронних способів діагностики рівня знань студентів (тести, проміжна атестація, системи опитування та контролю) і використання електронних освітніх ресурсів, платформ та засобів навчання з програмним забезпеченням [4].

Дистанційна форма навчання дійсно ускладнює процес опанування професійними компетенціями, що мають забезпечити готовність майбутнього судноводія до практичного здійснення професійної діяльності (застосування набутих професійних знань, навичок та вмінь). Залишається і досі незмінною специфічна проблема відпрацювання навичок практичного володіння морською англійською мовою в письмовій та усній формі, яка конче потрібна для виконання професійних обов'язків у необхідному обсязі відповідно до вимог Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти.

Курс морської англійської мови у дистанційному форматі має забезпечити високий рівень розвитку практичних вмінь та навичок усного і письмового спілкування. Практичне володіння морською англійською мовою передбачає вміння досить впевнено використовувати найбільш уживані та відносно прості мовні засоби в основних видах мовленнєвої діяльності (аудіюванні, читанні, говорінні та письмі) та вміння самостійно працювати із професійною автентичною літературою для виокремлення необхідної інформації. За таких обставин проблемою дистанційного навчання морської англійської мови є практична реалізація професійних компетенцій у межах можливостей тих чи інших інформаційних та комунікаційних технологій.

Загалом під дистанційним навчанням мається на увазі інтерактивна взаємодія з одного боку між викладачем та студентами, а з іншого боку між обома сторонами взаємодії та інтерактивним навчальним джерелом інформації, а саме: web-сайтом, web-сторінкою,

освітньою платформою, програмним забезпеченням, тощо. Базуючись на цій взаємодії, залишається невирішеною проблема постійного та своєчасного зворотного зв'язку між викладачем і студентами, доступності до електронних засобів навчання та грамотної візуалізації навчальної інформації, що все одно призводить до загальних та специфічних проблем методологічного та технічного характеру. Отже, задля ефективної реалізації дистанційного навчання морської англійської мови має бути обов'язково врахована специфіка викладання та навчання із використанням сучасних інтерактивних освітніх технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрущенко Н. Дистанційне навчання в Україні: експерименти, напрацювання, перспективи. *Вища школа*. 2014. № 5/6. С. 60-63.
2. Бойчук О. І. Актуальні проблеми онлайн-навчання в Україні. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*. 2021. № 4 (1). С. 31-41.
3. Кухаренко В. М., Бондаренко В. В. Екстрене дистанційне навчання в Україні: монографія. Харків: Міська друкарня, 2020. 409 с.
4. Сидоренко Т. М., Петькун С. М., Новак О. М. Дистанційна освіта: проблеми та перспективи. *Інноваційна педагогіка*. 2021. № 35. С. 45 - 48.

УДК 811.111'373

ІНТЕРАКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИКЛАДАННІ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ У МОРСЬКІЙ ГАЛУЗІ

Цобенко О.В., к.філол.н., доцент

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ. Сучасні тенденції в розвитку морської галузі вимагають високого рівня підготовки спеціалістів, особливо щодо володіння англійською мовою. Морська англійська (Maritime English) є ключовим засобом комунікації на міжнародному рівні, тому якісне викладання цієї дисципліни є надзвичайно важливим. Використання інтерактивних технологій у навчальному процесі дозволяє підвищити ефективність навчання та допомогти курсантам опанувати спеціалізовані знання та навички. Інтерактивні технології у викладанні англійської мови – це сучасні методи та інструменти, що використовують цифрові ресурси для активної взаємодії між викладачем і студентами. Вони сприяють залученню студентів до навчального процесу, розвитку їхніх комунікативних навичок та ефективнішому засвоєнню матеріалу [1].

Наведемо найпоширенішу класифікацію інтерактивних технологій у викладанні англійської мови:

1. Мультимедійні технології, які включають відео, аудіо матеріали, презентації та інфографіку для наочного пояснення матеріалу.
2. Онлайн-платформи та системи управління навчанням (LMS) на зразок Moodle, Google Classroom, які забезпечують організацію онлайн-курсів та комунікацію.
3. Інтерактивні вправи та тестування, наприклад, онлайн-квізи та ігри (Kahoot, Quizlet) для інтерактивного оцінювання знань.
4. Симулятори та віртуальні середовища, які використовуються, зокрема, для моделювання реальних морських операцій та навчання професійних навичок.
5. Мобільні додатки, що включають навчальні програми для вивчення англійської мови, такі як Duolingo або спеціалізовані морські додатки.
6. Соціальні мережі та онлайн-спільноти, які використовуються для обміну досвідом, спілкування та участі у вебінарах.
7. Гейміфікація, що включає елементи ігор у навчальний процес, щоб підвищити мотивацію студентів [4].

Актуальність теми полягає у наступному. Інтерактивні технології надають викладачам нові можливості для підвищення рівня залученості студентів, мотивації та ефективності навчання. В умовах глобалізації морська англійська стає необхідною не лише для виконання службових обов'язків, а й для забезпечення безпеки та успішної комунікації на судах різних країн. Таким чином, потреба у вдосконаленні методик викладання з використанням інтерактивних технологій є вкрай актуальною. Сучасні технології дозволяють інтегрувати реальні професійні ситуації та симуляції у навчальний процес, що забезпечує краще засвоєння матеріалу [3].

Метою статті є дослідження впливу інтерактивних технологій на ефективність викладання англійської мови в морській галузі та визначення найбільш ефективних інструментів та методів, які сприяють якісній підготовці курсантів до виконання їхніх професійних обов'язків у міжнародному морському середовищі. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати сучасні інтерактивні технології, які застосовуються у викладанні англійської мови для курсантів морських закладів освіти;
- оцінити ефективність симуляторів та інших програмних засобів для моделювання ситуацій на судах у навчальному процесі;
- дослідити вплив інтерактивних платформ на розвиток комунікативних навичок майбутніх моряків;
- вивчити роль гейміфікації, віртуальної та доповненої реальності у навчанні морської англійської;
- розробити рекомендації щодо впровадження інтерактивних технологій у навчальні програми з англійської мови в морській галузі.

Аналіз сучасних інтерактивних технологій у викладанні англійської мови для морської галузі показав, що найбільш поширеними засобами є онлайн-платформи, мультимедійні ресурси, мобільні додатки, а також симулятори, які відтворюють реальні ситуації на судах. Ці інструменти дозволяють покращити взаємодію між викладачем і курсантами, підвищити зацікавленість та мотивацію студентів до вивчення мови.

Оцінка ефективності симуляторів та програмних засобів для моделювання ситуацій на судах засвідчила, що ці інструменти значно підвищують якість практичної підготовки курсантів. Використання симуляцій реальних морських операцій дозволяє студентам не лише покращити знання спеціалізованої лексики, а й розвинути навички швидкого прийняття рішень та взаємодії у складних ситуаціях, що виникають під час судноплавства [2].

Дослідження впливу інтерактивних платформ на розвиток комунікативних навичок показало, що інтерактивні платформи, такі як Moodle, Kahoot, Quizlet, забезпечують гнучкий підхід до навчання. Вони сприяють активній участі студентів у процесі вивчення англійської мови, дозволяючи практикувати комунікативні навички як індивідуально, так і в команді, що є важливим для роботи на судні в багатонаціональних екіпажах.

Роль гейміфікації, віртуальної та доповненої реальності у навчанні морської англійської є надзвичайно ваговою, оскільки ці технології створюють можливість відтворення реальних сценаріїв морських операцій. Студенти можуть вивчати професійну лексику і відпрацьовувати сценарії в умовах, наближених до реальних, що забезпечує глибше розуміння контексту та підвищує їхню здатність до взаємодії на практиці.

Розроблені рекомендації щодо впровадження інтерактивних технологій включають наступні аспекти:

- Використовувати симулятори як обов'язковий елемент підготовки, що дає можливість відпрацьовувати реальні ситуації на судні.
- Інтегрувати інтерактивні платформи в навчальний процес для розвитку комунікативних навичок та самостійної роботи студентів.
- Впроваджувати елементи гейміфікації для підтримки інтересу студентів та полегшення засвоєння складного матеріалу.

- Активно використовувати віртуальну та доповнену реальність для моделювання реальних умов роботи на судні, що допомагає курсантам краще підготуватися до практичних завдань на робочому місці.

Загалом результати дослідження підтвердили, що інтерактивні технології є надзвичайно ефективним інструментом для викладання англійської мови в морській галузі. Вони сприяють глибшому засвоєнню професійної термінології, підвищують мотивацію студентів та готують їх до реальних професійних викликів.

Висновки. Інтерактивні технології мають величезний потенціал у викладанні англійської мови в морській галузі. Вони дозволяють створювати максимально наближені до реальності навчальні умови, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу та підвищенню професійних навичок курсантів. Використання таких технологій у навчальному процесі забезпечує високу якість підготовки фахівців та допомагає адаптуватися до вимог сучасної морської індустрії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Беленька, Г.В. (2020). Інтерактивні методи навчання як засіб розвитку критичного мислення студентів. *Актуальні проблеми психології: зб. наук. праць Інституту психології ім. Г.С. Костюка НАПН України*. Харків. КІЦ ФОП Іванової М.А. Т.IV.Вип.16, 33-46.
2. Іщенко, М., & Кльопа, Ю. (2023). Використання інтерактивних засобів навчання на заняттях з англійської мови у вищих морських закладах. *Молодий вчений*, 5 (117), 89-92. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-5-117-17>
3. Шклярчук, Г.О. (2011). Інтенсифікація навчання іноземної мови з використанням інтерактивних технологій. *Англійська мова та література*. 22, 2-3.
4. Deng L., & Tavares, N. J. (2013). From MOODLE to Facebook: Exploring Students' Motivation and Experiences in Online Communities. *Journal Computers and Education*, vol. 68, 167-176.

УДК 811.111'276.6(043)-057.875

FORMATION OF THE PRAGMATIC COMMUNICATIVE COMPONENT OF ENGLISH LANGUAGE COMPETENCE IN CADETS

O. Shapoval, a lecturer of Maritime English Department

National University «Odessa Maritime Academy», Ukraine

Statement of the problem and relevance. The experience of recent years shows that currently, there is a need to train specialists in fields of knowledge related to international communication in the most mobile and globalized professions, such as seafaring. Thus, modern teaching methods should accept the challenge and deal with such issues as the content of educational programs aimed at the implementation of competence acquisition. The English language, as a recognized language of international professional communication, is currently one of the most sought-after fields of knowledge, which, in its turn, entails new requirements for the methodology of teaching English, which must be based on content that corresponds to today's realities.

Thus, a pragmatic approach to studying and teaching English is currently the most justified. When forming a competent professional speech, it is important to take into account the correctness and expediency of the material selection. This specificity should be taken into account for the formation of the foreign language teaching methodology, which is revealed in the context of the practical significance of its use.

Presentation of the main material. By the definition stated by S. Nikolaieva, communicative speech competence can be regarded as such comprising the following components: linguistic, sociolinguistic and pragmatic. In their turn, these components as well include, knowledge, skills and abilities. As the scholar states, the pragmatic component of foreign language competence involves the ability to interpret and independently generate complete discourses and use the interaction schemes, or communication models, with respect to coherence, logical organization, linguistic and

extralinguistic factors and the effectiveness of the utterance in terms of its communicative goal [2, 182-186].

It is beyond doubt that all aforementioned components of communicative competence are closely related to each other, since when producing a discourse, all phenomena act in conjunction in order to perform certain pragmatic functions. However, in mastering the foreign language it is utterly important for learners to be able to operate both verbal and non-verbal language means in order to achieve the communicative goal. Those means comprise communicative pragmatic competence, regarded by numerous scholars as the one which is the most difficult to acquire [1].

In this regard, for formation of communicative pragmatic competence, we find relevant the approach introduced by T. Maslova, which focuses on the following: regardless of the chosen teaching methods, the basis for the development of pragmatic competence is the principle of "input - interaction - output", which involves such stages: 1) familiarization with an authentic speech sample (text, audio or video), containing pragmatic units and analysis of the communicative situation; 2) performing exercises on using the necessary linguistic/non-linguistic means with a certain conscious communicative intention; 3) independent creation of a communicative act using acquired pragmatic knowledge and skills [1, 4-5].

According to the study conducted by the Brazilian scholar Carla de Aquino [3], the most effective approach to the development of the pragmatic component of foreign language communicative competence is TBA or task-based approach. Using this approach, communicators manage to overcome the gap between language and speech, to combine linguistic, sociolinguistic and pragmatic components of the foreign language competence when fulfilling a communicative goal. Thus, learners concentrate not on how to use the language, but on how to perform a communicative task. Pragmatic competence development exercises can also include case studies, discussions, role-play games, as well as involve authentic speech samples as resources and educational materials for considering a certain communicative situation.

As an example of such an exercise, we shall consider an English class, the topic of which is injuries on a ship and their causes. At the first stage of the exercise, the cadets are invited to familiarize themselves with a communicative situation which is an authentic speech sample. The cadets are also instructed when and where they may encounter these communicative situations in their professional life. The problem statement is as follows: *Read the MARS (Mariners' Alerting and Reporting Scheme) reports. State the error made in each situation. Decide what should be done to prevent such accidents. 201801 Slip on stairs – two-month recovery. While at sea, the crew are mustered for various emergency drills. Upon hearing an alarm signal of the abandon ship drill, a crewmember was proceeding to his muster station on the poop deck, with his lifejacket in his hand. He was using the external companionway ladder, as this was the shortest route. On his way down one flight of stairs, he slipped and fell along the stairs and to the deck below. The vessel was rolling and pitching slightly and there was moisture on the steps and railing of the companion ladder. He was given first aid on board the vessel and after several days sent ashore for more examinations. He was diagnosed with a contusion of the left shoulder and repatriated. The injury was expected to take about two months to heal completely* [4, 91-92].

At the second stage, the cadets are due to analyze the situation considering the following tasks: 1. Answer the question - what are the lessons learned? 2. Analyze the situation using the following hints: three-point contact with the ladder, slippery stairs, undue haste, PPE.

According to the classification, this is a classical conditional communicative exercise, to which at the third stage of the exercise it is possible to add the communicative pragmatic component.

Accordingly, at the third stage, the cadets are united in small groups, and asked to act out this situation, using verbal and non-verbal means of communication (facial expressions, gestures, postures), paying attention to summarizing and drawing conclusions based on the analysis they had conducted during the second stage. The aforementioned approach of modifying conditional communicative exercises may be applied to other exercises of this type widening the context and developing the skills which cannot be affected and trained by other classical exercises.

Conclusions. In summary, it should be noted that during the assignments devoted to reflection and self-assessment, the mentioned above exercises aimed at the development of pragmatic competence were highly rated by the cadets as the most motivating and effective. Such exercises show their effectiveness both at the initial and at the advanced level of education in institutions of higher education, integrating all skills and components of communicative competence together due to stating the assignments in such a manner following the introduced scheme while encouraging and teaching the learners to produce communicative acts in accordance with the norms of interaction accepted in society, and selecting appropriate linguistic and extralinguistic means for the performance of communicative function of speech.

REFERENCES

1. Маслова, Т. (2015). Прагматична складова іншомовної компетентності. *Іншомовна освіта педагога: виклики, проблеми, перспективи*. К.: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 66–71.
2. Ніколаєва, С. Ю. (2003). *Загальноєвропейські Рекомендації з мовної освіти: вивчення, викладання, оцінювання*. Ленвіт.
3. De Aquino, C. (2011). Pragmatic Competence: how can it be developed in the foreign language classroom? *BELT – Brazilian English Language Teaching Journal*, 2(2), 140–153.
4. Monastyrskaya, O., Arbatmanova, I., Bila, E., Galiant, G., & Olinchuk, V. (2020). *Introduction to Maritime English (Practice Book)*. Phoenix.

УДК.629.545.4.011(282.247.32)

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НЕСАМОХІДНИХ СУХОВАНТАЖНИХ БАРЖ ДЛЯ РІЧОК УКРАЇНИ

Власенко Є.А., к.т.н., доцент кафедри «Теорія та устрій судна»

Національний університет «Одеська морська академія», Україна.

Проектування та побудова одиниці флоту являє собою складний процес, який втілює не лише використання сучасних досягнень науки та техніки, а й вміння раціонально ув'язати певні експлуатаційні та фінансові обмеження для отримання найбільшого в даній ситуації економічного ефекту. Багатий досвід дослідження несамохідних суховантажних барж радянської та європейської побудови дозволяє виділити позитивні властивості та поєднати їх з одного боку з теперішнім підходом до проведення річкових транспортних операцій, а з другого – з застосуванням сучасного обладнання, технологій, матеріалів. Саме такий симбіоз “досягнень, дій та обмежень” повинен лягати в основу сучасного проектування та побудови суден.

Україна має дві головні внутрішні водні артерії – Дніпро та Дунай. Їх повноцінне використання в якості транспортних шляхів значно знижує навантаження на інші види транспорту. Особливо це відчутно завдяки аграрному напрямку держави, яке супроводжується значними вантажно-транспортними процесами по вивезенню зернової продукції за кордон. Слід не забувати про великий потік імпортованої продукції, можливість перевезення якої забезпечує так звані “зворотні” рейси.

Чи має Україна перспективи розвитку несамохідних суховантажних барж? Звісно, так. Цьому сприяє дві головні причини: наявність повноцінних водних шляхів та наявність шаленого тоннажу вантажів в обох напрямках.

Найбільш оптимальним є варіант будівництва несамохідної суховантажної баржі з певними параметрами, що задовольняє як потреби замовника, так і вимоги шляхових критеріїв. Оптимальна суховантажна баржа для річок України повинна, маючи максимальну вантажопідйомність та контейнеромісткість, своїми іншими характеристиками задовольняти вимогам шляхових обмежень.

Головними шляховими обмеженнями річок України є:

- висоти судноплавних прольотів на мостах - формують величину надводного габариту баржі, що дозволяє працювати без розведення мостів;
- небезпечні ділянки (перекати) – вибір максимальної осадки залежить від запланованого району експлуатації (3.60 ÷ 3.80 м у Середньому та Нижньому Дніпрі та 3.60 ÷ 4.00 Дунай);
- наявність шлюзів - габаритна ширина камер шлюзів Дніпра становить 18.0 м, що дозволяє пропускати судна шириною до 17.0 м.

Крім того баржам, які планують мати частину морського режиму експлуатації, бажано мати судову форму носової кінцевості для покращення морехідних якостей в умовах хвилювання.

Найбільш сучасними суховантажними баржами, які експлуатуються нині на річках України з достатньо збалансованими параметрами, є баржі проектів 05074, RDB14, NBL-90, NBL-91, 90035, 82, B6000 та D-6000. Дані баржі мають найвигідніші головні розміри з погляду шляхових умов, але мають певні недоліки, особливо з боку перевезення контейнерів.

На рис. 1 приведено поперечний переріз баржі з найбільш оптимальними параметрами.

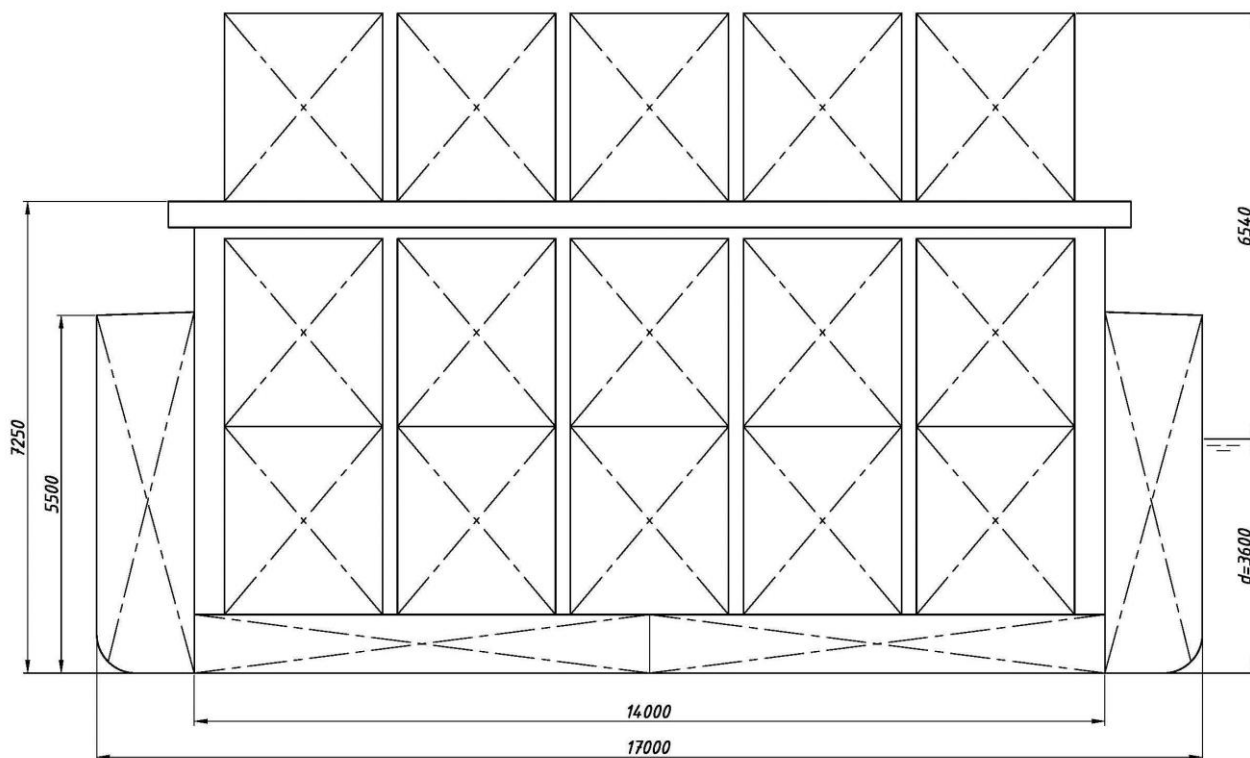


Рисунок. 1. Поперечний переріз баржі.

Головні характеристики баржі:

Довжина, м	135.00
Ширина, м	17.00
Висота борта, м	5.50
Осадка по ЛВВ, м	3.60
Вантажопідйомність, т	≈ 6300
Контейнеромісткість, од (TEU) трюм/кришки/всього	160/80/240

ЛІТЕРАТУРА

1. Власенко Є.А. Проектування та процес побудови найбільшої несамохідної баржі України змішаного плавання проекту D-6000. Науково-технічна конференція НУ«ОМА» «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». - 2020.

2. Власенко Є.А. Оптимальні параметри суховантажних барж Дніпровського басейну. Науково-технічна конференція НУ«ОМА» «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». - 2023.
3. Богданов Б.В. Проектування штовхаємих та составних суден / Богданов Б.В., Алчуджан Г.А., Жинкин В.Б. – Л.: Суднобудування, 1981. – 224 с.
4. Правила класифікації та побудови суден змішаного плавання. Київ, 2020 р. Регістр судноплавства України.
5. Єгоров О.В. Вибір оптимальних характеристик составних суден та барже-буксирних составів змішаного плавання. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

УДК 656.073.436:661.96

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВОДНЮ В ЗРІДЖЕНОМУ СТАНІ

Саврацький О.О., к-т гр. 1303, керівник Петров І. М., д.т.н., проф., к.д.п.

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ: Зріджений водень (ЗВ) вважається одним із найперспективніших енергетичних джерел майбутнього завдяки високій енергетичній щільності [1]. Використання водню як пального є частиною глобальної стратегії переходу до сталого розвитку та скорочення залежності від традиційних вуглеводневих ресурсів [2]. Наприклад, на рис. 1 наведено, як, за прогнозами, збільшиться загальний обсяг споживання водню в авіації [3]. Це дає змогу говорити, що використання водню буде стосуватися більшості сфер транспортної індустрії.

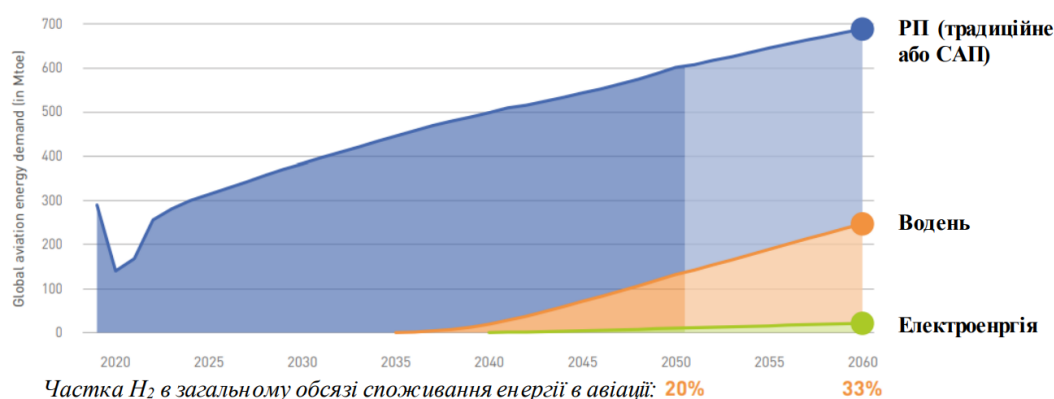


Рисунок 1. Прогноз загального споживання енергії в секторі авіації, млн т

Актуальність. Перевезення зрідженого водню наземним і морським видами транспорту є перспективною галуззю мирової економіки. Але це не лише технологічно складний, але й економічно вигідний процес, який може суттєво змінити глобальну енергетичну структуру. Проте, незважаючи на потенціал зрідженого водню як джерела чистої енергії [4], цей сектор стикається з численними проблемами, які потребують ретельного вирішення. Це зумовило актуальність дослідження і формулювання його цілі

Результати дослідження. Проведене дослідження виявило, що транспортування зрідженого водню морем може супроводжуватися численними технічними, економічними та інфраструктурними викликами, які необхідно вирішити для успішного впровадження водневої індустрії [3,5].

Технічні проблеми. Попереду треба дати відповідь на питання стосовно необхідності або бажаності перевезення водню в рідкому стані. Чи не було б простіше перевозити його в газоподібному? Справа в тому, що зріджений водень має більшу щільність енергії на одиницю

об'єму. Тому перевезення зрідженого водню є перспективним. Як відомо, для того щоб водень залишався в рідкому стані, його потрібно охолоджувати до дуже низької температури – приблизно -253°C [1]. Якщо взяти однаковий об'єм зрідженого та газоподібного водню, то розмір резервуарів для перевезення останнього буде значно більшим, ніж для перевезення зрідженого водню.

Ще однією суттєвою проблемою є розмір молекул водню, які є найменшими серед усіх елементів, що ускладнює зберігання зрідженого водню в резервуарах. Його молекули можуть легко просочуватися через мікротріщини, які можуть виникнути через те, що певні метали стають крихкими при низьких температурах [6]. Це зобов'язує нас у майбутньому використовувати певні сплави металів з сильною холодостійкістю та поганою теплопровідністю. Також він має досить низьку температуру кипіння [1] (рис. 2), що при розгерметизації цистерни може призвести до втрати або погіршення стану вантажу.

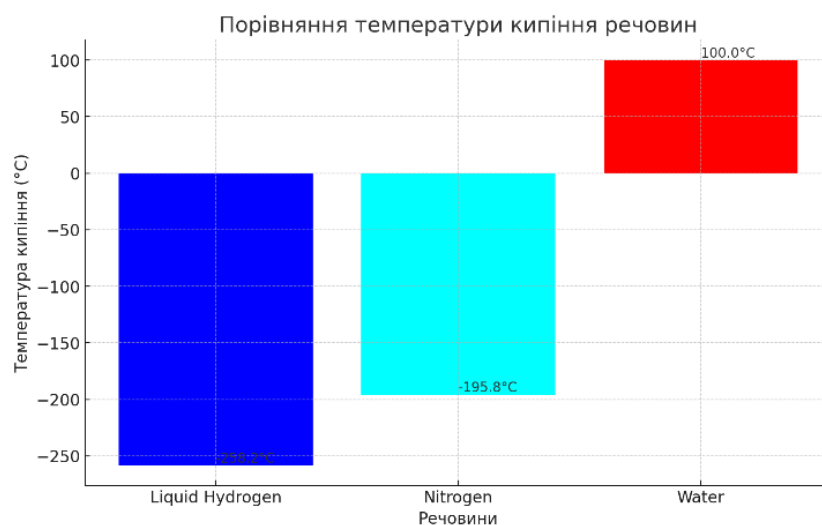


Рисунок 5. Температури кипіння різних речовин

Серед технічних проблем важливо відзначити, що водень у "звичайному", не зрідженому стані, є легкозаймистим газом, здатним вибухати при концентраціях у повітрі від 4% до 75% [1]. Це робить питання безпеки ключовим під час його транспортування, особливо морським шляхом, де аварії можуть мати катастрофічні наслідки. По цій причині проведене дослідження присвячено перевезенню водню у зрідженому стані.

Техніко-економічні проблеми. Перш за все, це висока вартість та складність зрідження. Для зрідження водню потрібна енергія тому, що, за сучасними технологіями, зрідження споживає понад 30% енергетичного вмісту водню і є дорогим. Крім того, деяка кількість накопиченого водню буде втрачена через випаровування або «википання» [2,3]. Для того щоб утримувати водень у зрідженому стані, необхідна така кріогенна система, що буде дуже енерго- та економічно затратною і може призвести до того, що на початкових етапах реалізації проекту з транспортування водню спеціалізованими суднами може бракувати інвестицій.

Інфраструктурні проблеми. Варто зазначити необхідність розвитку портової інфраструктури. Для великих портів це означає відкриття нових терміналів, які будуть направлені тільки на один сегмент, для малих – хоча б виділення одного причалу, оскільки підтримка температури буде супроводжуватися на всіх технологічних операціях процесу перевезення. Також повинна розвиватися інфраструктура перенаправлення та перерозподілу вантажу, котрий також потрібно буде доставляти по суші до великих підприємств (рис. 3) [6].



Рисунок 3. Концепт та існуюча модель кріогенних автоцистерн для транспортування рідкого водню

В процесі дослідження було визнано шляхи вирішення описаних вище викликів.

Для вирішення технічних проблем, по-перше, слід очікувати появу та розвиток нового сегменту танкерного флоту – LHT (Liquified Hydrogen Tankers), котрі будуть оснащені всіма найсучаснішими технологіями зв'язку, навігації та звичайно кріогенними системами для охолодження вантажу [6]. Одна з можливостей – це перевезення водню у формі аміаку. Використовуючи процес Габера-Боша у поєднанні зрідженого водню та азоту у певному співвідношенні, можна отримати аміак, перевезення якого є легшим як з технічних причин (наприклад, температура зрідженого аміаку сягає -33°C [6]), так і з економічних (менші затрати на охолодження). А згодом аміак знову можна розкласти на азот та водень. Звісно, це створює проблему розвитку інфраструктури, але це економніший і доволі перспективний варіант перевезення.

Буде розвиватися нова інфраструктура, включаючи портові термінали, які зможуть не лише приймати судна, а й проводити вантажні операції з таким складним типом вантажу. Для успішної інтеграції водневої енергетики у світову економіку необхідно створити мережу зберігання та розподілу водню як на морських терміналах, так і в точках кінцевого споживання.

Визначено необхідність удосконалення вже існуючих технологій перевезення у кріогенних цистернах (рис. 4 [6]) для транспортування рідкого водню сухопутними шляхами.

Liquid H₂ tank

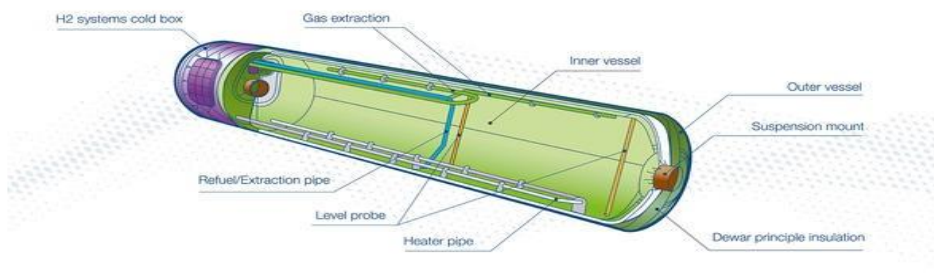


Рисунок 3. Внутрішній вид цистерни для перевезення зрідженого водню

Таким чином, попри всі виклики, існує позитивний потенціал для подолання труднощів у морських перевезеннях зрідженого водню. Інноваційні технології, такі, як нові матеріали для резервуарів, ефективніші системи охолодження та автоматизація процесів, можуть суттєво поліпшити безпеку та економічність перевезень.

З юридичних рішень варто зазначити, що повинні розвиватися правові аспекти. Будуть розроблені нові нормативно-правові акти, міжнародні договори та конвенції, створені нові комітети і переглянуті існуючі документи, які стануть застарілими або не відповідатимуть новим тенденціям. Стандартизація процесів перевезення, впровадження нових норм і правил,

що регулюють безпеку, ефективність та екологічність перевезення, може стати ключовим фактором успіху.

Щодо вирішення економічних проблем, необхідний комплексний підхід з використанням державних інвестицій та пільг, залучення зарубіжного капіталу або добровільну мобілізацію фінансів. В економічному секторі буде нова віха для інвестицій, що не тільки позитивно вплине на швидкість та якість досліджень, а й зможе розвантажити інші сегменти, даючи простір для новітніх ідей та винаходів. Інвестиції в наукові дослідження забезпечать надійну та ефективну систему транспортування зрідженого водню та інфраструктурні проекти,

Міжнародне співробітництво між країнами, компаніями та науковими установами також відіграє важливу роль у подоланні існуючих бар'єрів. Моряки повинні будуть підвищувати свою кваліфікацію, опановуючи нові аспекти професії за допомогою сучасних тренажерів. Працівники портів, судновласників і сервісних компаній також будуть розширяти сферу своєї діяльності, щоб краще розуміти і виконувати роботу з новими суднами в спеціалізованих портових зонах.

Висновки: Для забезпечення подальшого розвитку перспективного сектора перевезень зрідженого водню, необхідно зосередитися на виконанні цілої низки пропозицій, які зазначені вище. У результаті це сприятиме покращенню безпеки та зниженню витрат на шляху глобального переходу до чистої енергетики [4], допоможе зробити водень ключовим джерелом енергії у майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Wikipedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_transportation
2. Водень як паливо майбутнього [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ecoclubrivne.org/hydrogen_energy/
3. Hydrogen on the Horizon: Ready, Almost Set, Go? / World Energy Council «Регіональні тенденції та глобальна стратегія». – жовтень 2021.
4. The Role of Hydrogen in Delivering Net-Zero Emissions / Аналітичний звіт «E4Tech». – 2020.
5. International Maritime Hydrogen Shipping: Challenges and Opportunities / Огляд проблем та рішень // Публікації ООН з питань транспорту та енергетики. – 2022.
6. Доставка рідкого водню [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/liquid-hydrogen-delivery>

UDC 629.53

PROSPECTS FOR THE OPERATION OF SPECIALIZED SAILING VESSELS IN INTERNATIONAL SHIPPING

Pavlo Reshytko, cadet, gr. 1492, supervisor of studies **Igor Petrov**, D.Sc, professor, Deep Sea Captain

National University “Odessa Maritime Academy”, Ukraine

Introduction. Sea transport plays a key role in international trade. In recent years, against the backdrop of tightening environmental standards and rising fuel prices, interest in innovative and environmentally friendly technologies in shipping has grown. One of these trends is the use of specialized sailing vessels. As is well known: "Everything new is well forgotten old." According to experts, modern ships using sails as a propulsion device can become a very promising solution in shipbuilding and fleet operations, combining wind energy with highly efficient navigation systems and auxiliary ship power units [1-4].

The *actuality* of the study is due to the constant improvement of environmental standards in international shipping and, mainly, the need to reduce carbon dioxide emissions into the atmosphere. It is known that maritime transport produces about 10% of the world's carbon dioxide emissions in the transport sector [3]. The IMO has planned to reduce greenhouse gas emissions from ships into the atmosphere by 40% by 2030, and to bring them to 0 by 2050. It is assumed that new technologies of sailing navigation should in the future become an important element of ecological restructuring of the industry and increase the competitiveness of maritime transport, adapting to the challenges of the time, in terms of reducing operating costs in the context of rising fuel prices and stricter environmental requirements [5,6]. This circumstance predetermines the great actuality of the conducted research.

The *purpose* of the research was a prospective analysis of the features of the possible operation of sailing vessels in world shipping, both in

Result of research. The renewed interest in using wind energy for commercial shipping dates back to the 1970s. During the oil price surge of the 1980s, the US government commissioned a study into the economic feasibility of using wind propulsion for the US merchant fleet. Various designs were analyzed and it was concluded that wing sails were the most practical and efficient solution. They were rectangular solid sails mounted on cylindrical masts, which allowed them to be controlled automatically and with only minimal manual adjustment at different wind angles. Tested on a small vessel, they showed a significant reduction in fuel consumption by 15-25% compared to traditional technologies [4].

After years of design research and development, a breakthrough in global shipping was achieved in 2022, when the Japanese Shipping Company Mitsui OSK Lines launched the world's first cargo ship, the bulk carrier m/v "Shofu Maru" (fig. 1), using wind energy as its main source. The dimensions of the vessel are 235 x 43 m. It was built by order of MOL to transport coal from Australia, Indonesia and North America for the needs of the Japanese company Tohoku Electric Power.



Figure 1. M/v "Shofu Maru" with the wind-powered sail system

The unique design of the rigid sails of the "Wind Challenger" allows for the efficient use of even gentle winds. It automatically adapts to the wind strength and is capable of 360° rotation. The sail is set at a height of 15-55 m, which allows it to pass under bridges and viaducts. The hybrid propulsion system of the m/v "Shofu Maru" combines the use of a traditional engine with wind drive technology. Under normal operating conditions, this reduces fuel consumption by 5%, and, accordingly, CO₂ emissions into the atmosphere, which is already a significant achievement. With fresh wind, fuel savings reach 8% [5].

Another way to transition to sailing technology in global shipping is the modernization of existing vessels using innovative Wind Wings technology. Among the innovations of the last two years is the modernization of the bulk carrier m/v "Pyxis Ocean" and the tanker m/t "New Aden".

In 2023, two 37.5-meter high WindWings sails were installed on the deck of the Kamsarmax-class bulk carrier m/v "Pyxis Ocean" (fig. 2), owned by Mitsubishi Corporation [6]. These folding steel and fiberglass structures were designed by the British company BAR Technologies, manufactured by Yara Marine Technologies and installed at the COSCO shipyard in Shanghai. For Kamsarmax-class vessels, which consume 29-30 tons of fuel per day, WindWings technology provides savings of at least 10%. If the vessel is equipped with 3 sails, as BAR Technologies plans, it will be possible to reduce fuel consumption by 1.5 times, and carbon emissions by 30% in the long

term [6]. In addition to the Pyxis Ocean project, sailing technologies are actively being developed by companies such as Japan's Oshima Shipbuilding and France's Neoline, which are already introducing innovations into the global shipping industry.



Figure 2. Bulk carrier m/v “Pyxis Ocean” with wind system

The first tanker equipped with modern sail technology is one of the largest tankers in the world, m/t “New Aden” (fig. 3) with a capacity of over 300 thousand tons, owned by China Merchants Energy Shipping (CMES). The vessel uses the Wind Assisted Ship Propulsion (WASP) system, which includes folding rigid sails. Sailing technology saves up to 10% of fuel.



Figure 3. Tanker m/t “New Aden” with fixed sails

Of interest are the developments of the French company “Neoline”. It is assumed that the sailing ro-ro vessels (fig. 4) it is developing will be used on the Europe-USA lines. “Neoline” actively cooperates with a number of large companies for this purpose, such as Renault, for the transportation of their cargoes emphasizing the practicality and reliability of sailing technology [7] in combination with the use of the ro-ro principle.



Figure 4. Prototype of a Ro-Ro vessel of the French company “Neoline”

The operation of the modernized vessels m/v “Pyxis Ocean”, m/t “New Aden”, developed by “Neoline” shows how the integration of innovations can improve the environmental sustainability of large vessels, setting a new standard for the future of shipping and maritime logistics [7-9].

Conclusions:

1. The main advantages of specialized sailing vessels are fuel savings and reduced CO₂ emissions, which is especially important in the context of modern environmental requirements. Technological innovations, such as automation of processes and the ability to adapt to changes in wind direction and speed, can significantly improve the performance of the vessel. Fuel costs can be reduced by up to 20-30%, which will significantly reduce costs in the long term.

2. However, sailing ships do have their own challenges. These include limited speed compared to traditional cargo ships, dependence on weather conditions, and the need for significant investment in the implementation phase of new technologies. Infrastructure is also an important aspect and target for implementation, given that the large-scale use of sailing ships requires modernization of port and logistics systems.

3. Although the construction and widespread introduction of these ships into operation will require time, investment, and regulatory support, the potential for a greener and more economically viable shipping sector makes the development of cargo transportation technologies involving wind and hybrid sailing ships a compelling and necessary path forward for international shipping.

REFERENCES

1. Fourth IMO GHG Study // IMO Publishing. – 2020.
2. European Maritime Safety Agency (EMSA) & European Environment Agency (EEA). [Report]. – 2021.
3. European Maritime Transport Environmental [Report]. – 2021.
4. Smith T., Jalkanen J-P., Anderson B. and others // Third IMO GHG Study. – London: International Maritime Organization. – 2014.
5. Traut M., Gilbert P., Walsh C. and others. Propulsive power contribution of a kite and a Flettner rotor on selected shipping routes//Applied Energy. – 2014. – No 113. – pp. 362-372.
6. Mofor, L., Nuttall, P., and Newell, A. Renewable Energy Options for Shipping // Technology Brief. International Renewable Energy Agency (IRENA). – 2015. – pp. 121-139.
7. Neoline Project Overview, 2021. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.neoline.eu>.
8. Oshima Shipbuilding Co. Ltd / Wind Challenger Project (2022). [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.osy.co.jp>.
9. Materials of site [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.marinetraffic.com/>

УДК 623.746:629.5

ВИКОРИСТАННЯ РОБОТОТЕХНІКИ ТА БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА СУДНАХ

Гєвший О.В., курсант гр. 1408, Козаченко О.Ю., старший викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

Вступ

У морському судноплаванні, що постійно розвивається, безпілотні літальні апарати змінили правила гри, революціонізувавши традиційні практики завдяки їх універсальному застосуванню та передовій технології. Ці безпілотні літальні апарати (БПЛА) більше не є просто новинкою, а важливими інструментами, які підвищують ефективність, безпеку та захист навколишнього середовища в усій галузі. Від проведення детальних перевірок і моніторингу умов навколишнього середовища до підтримки пошуково-рятувальних операцій, повітряні дрони пропонують огляд з висоти пташиного польоту та дані в реальному часі, які власники суден і оператори можуть використовувати для широкого спектру критичних

функцій. У той час як морський сектор продовжує орієнтуватися в складнощах сучасної логістики та відповідності, стратегічне розгортання безпілотних літальних апаратів стає незамінним, провіщаючи нову еру інновацій та операційної досконалості.

Екологічний моніторинг

Дрони відіграють вирішальну роль у моніторингу навколишнього середовища, надаючи дані в реальному часі про якість повітря та води, викиди та активність морської флори і фауни навколо кораблів і портових районів. Це допомагає забезпечити дотримання екологічних норм і підтримує зусилля щодо сталого розвитку.



Безпілотник, який літає над протокою для моніторингу забруднення з кораблів, — Schiebel CAMCOPTER® S100, оснащений камерами та датчиками газу. (EMSA) [6]

Ключові переваги:

Дані в режимі реального часу: надає миттєві дані про викиди, якість води та потенційне забруднення, що дозволяє швидко реагувати на екологічні проблеми.

Відповідність нормативним вимогам: допомагає суднам і портам дотримуватися міжнародних і регіональних екологічних норм шляхом моніторингу викидів і скидів води.

Захист екосистем: відстежує вплив судноплавної діяльності на морські екосистеми, допомагаючи захистити морське життя та середовища існування.

Приклад використання:

Моніторинг викидів: безпілотні літальні апарати, оснащені датчиками, вимірюють викиди від вихлопних газів суден, забезпечуючи відповідність нормам ІМО щодо сірчаних ковпаків і ідентифікуючи судна, які перевищують допустимі ліміти викидів.

Пошуково-рятувальні роботи

Дрони все частіше використовуються в пошуково-рятувальних операціях (SAR) на морі. Вони можуть швидко охоплювати великі території, знаходити зниклих безвісти та доставляти вантажі для екстреної допомоги, значно підвищуючи ефективність пошуково-рятувальних місій. [1]

Спеціалісти швидкого реагування роками використовують безпілотники на суші, від гасіння пожеж до пошуку зниклих людей у небезпечних ситуаціях. Безпілотники розгортаються набагато швидше та дешевше, ніж традиційні пошукові засоби, такі як гелікоптери.

Донедавна їх не так часто використовували для пошуково-рятувальних місій на морі через складні погодні умови та обмеження технології. Проте, завдяки підтвердженій історії рятування життів, технологія морських безпілотних літальних апаратів для пошуку та порятунку швидко вдосконалюється.

Насправді рятувальники випробовували дрони , які скидали плавучі пристрої, які роздуваються при ударі. В Австралії двоє хлопчиків-підлітків змогли доплисти до берега після того, як дрон Ripper Lifesaver запустив рятувальний плавучий пристрій.

Цікавим аспектом цієї історії є те, що першим рятувальникам не довелося виходити в море, що покращує безпеку та зменшує ресурси, які зазвичай потрібні для надзвичайної ситуації. [3]

Ключові переваги:

Швидке розгортання: дрони можна швидко запускати та розгортати на великих пошукових територіях, забезпечуючи відео в режимі реального часу для рятувальних команд.

Покращена видимість: оснащені тепловізорами та камерами високої роздільної здатності, дрони можуть знаходити людей навіть в умовах поганої видимості, наприклад у тумані або вночі.

Можливість доставки: може доставити рятувальні засоби, такі як плавучі пристрої, аварійні маяки або медичні набори, безпосередньо особам, які потрапили в біду.

Приклад використання:

У ситуації «Людина за бортом» безпілотні літальні апарати розгортаються для швидкого визначення місцезнаходження особи, надаючи живі координати та візуальне підтвердження рятувальним командам, що значно підвищує шанси на успішне порятунок. [1]

Екстрена доставка вантажів: бувають ситуації, коли корабель сидить на міліні або член екіпажу отримує поранення, коли потрібна негайна допомога. Однак бурхливе море чи інші перешкоди можуть перешкодити судну наблизитися. Дрони приходять на допомогу:

Перенесення основних засобів, як-от ліків, пристроїв зв'язку чи аптечок, безпосередньо до судна чи особи, що потерпіло біду.

Забезпечення того, щоб допомога досягала тих, хто її потребує, навіть якщо вертольоти чи човни не можуть бути розгорнуті негайно, потенційно рятуючи життя. [4]

Навігаційна допомога

Безпілотні літальні апарати підтримують навігаційні операції, надаючи покращену обізнаність про ситуацію, особливо в складних умовах, таких як перевантажені порти, вузькі канали або вкриті льодом води.

Ключові переваги:

Виявлення перешкод: визначає перешкоди, інші судна та небезпеки в реальному часі, допомагаючи навігаторам приймати обґрунтовані рішення, щоб уникнути зіткнень.

Покращена видимість: забезпечує види з висоти, які неможливо отримати з містку, покращуючи видимість і ситуаційну обізнаність, особливо за поганої погоди чи умов видимості.

Моніторинг льоду: відстежує стан льоду та рух у полярних регіонах, допомагаючи суднам безпечно плавати та уникати небезпек, пов'язаних із льодом. [1]

Оснащені тепловими та інфрачервоними датчиками, дрони можуть визначати товщину та стійкість льодових утворень.

Кадри в реальному часі можуть допомогти екіпажу судна визначити найбезпечніший прохід, уникаючи ділянок, де лід може становити небезпеку.

Постійний моніторинг гарантує, що судно не потрапить у пастку льодових утворень, що зсуваються, особливо в регіонах, де умови швидко змінюються. [4]

Приклад використання:

Навігація у вузьких каналах: дрони літають попереду суден, які прямують у вузьких або перевантажених каналах, передаючи відео та дані в реальному часі на місток, щоб допомогти з безпечною навігацією та маневруванням.

Навігаційне виявлення небезпеки

Безпілотники допомагають виявляти навігаційні небезпеки, такі як плаваючі уламки, айсберги або незнайомі перешкоди, підвищуючи безпеку морської навігації та запобігаючи можливим нещасним випадкам.

Ключові переваги:

Проактивне виявлення небезпеки: визначає та контролює потенційні навігаційні небезпеки до того, як вони створять загрозу для суден.

Покращена видимість: надає аерофотозйомки в реальному часі, які доповнюють радар і ехолот, пропонуючи ширшу перспективу навколишніх умов.

Покращення безпеки: зменшує ризик зіткнень або посадки на мілину шляхом завчасного сповіщення суден про небезпеку.

Приклад використання:

Виявлення сміття: дрон патрулює судноплавну смугу великого контейнеровоза, виявляючи плаваючі уламки та повідомляючи екіпаж мосту, дозволяючи їм змінити курс і уникнути зіткнення. [1]

Зв'язок і підключення

Посилення сигналу: під час перебування на морі зв'язок є життєво важливим. Однак є зони, де сигнали можуть бути слабкими або взагалі відсутні. Дрони, оснащені технологією ретрансляції, можуть служити тимчасовими прискорювачами зв'язку за допомогою:

Розгортається на більших висотах, ловить сильніші сигнали та передає їх назад на корабель.

Пропонуючи негайне рішення в районах, де супутниковий зв'язок стикається з перебоями, гарантуючи, що корабель завжди залишається на зв'язку.

Доставка документів: Бюрократичні процедури в портах іноді можуть призвести до затримок, особливо якщо важливі документи необхідно фізично транспортувати між судном і портовою владою. Дрони оптимізують цей процес за допомогою:

Надання швидкого виду транспорту, що гарантує, що документи досягнуть адресатів у найкоротші терміни.

Зменшення потреби в менших човнах для перевезення цих документів, що веде до економії часу та коштів.

Забезпечення прискореного проходження процесів очищення, що сприяє швидкому докуванню та розвантаженню.

Моніторинг погоди та звітність

Збір даних про погоду: перебуваючи під впливом стихій, кораблі отримують величезну користь від точних локалізованих даних про погоду.

Аналіз мікроклімату: дрони можуть вимірювати температуру, вологість, швидкість вітру тощо в безпосередній близькості від корабля, пропонуючи розуміння мікрокліматичних умов.

Оцінка стану моря: літаючи низько над водою, дрони можуть допомогти оцінити висоту та частоту хвиль, що є життєво важливим для навігації та прийняття рішень щодо стабільності.

Дослідження хмар: дрони також можна надсилати вертикально вгору для вивчення утворень хмар і висоти над рівнем моря, забезпечуючи раннє попередження про розвиток погодних явищ.

Відстеження штормів: навігація навколо штормів не тільки безпечніша, але й економічніша.

Близькість до шторму: дрони можна направляти до видимих штормових систем, щоб оцінити їх відстань і масштаб, не створюючи загрози для корабля.

Аналіз траєкторії: відстежуючи рух штормів у часі, безпілотники можуть допомогти прокласти їхні шляхи, дозволяючи кораблям завчасно коригувати маршрути.

Візуальні сповіщення: кадри з дронів у реальному часі можуть транслюватися на борт, пропонуючи екіпажу візуальні підказки про майбутню погоду, допомагаючи в підготовці та прийнятті рішень. [4]

Висновок. Безпілотники та роботизовані системи трансформують судноплавну галузь, виконуючи завдання, які традиційно виконуються людьми. Ці безпілотні пристрої покращують безпеку, знижують експлуатаційні витрати та підвищують ефективність.

Перевірка суден є важливим аспектом безпеки на морі. Безпілотники, оснащені камерами та датчиками високої роздільної здатності, можуть проводити перевірки швидше та повніше, ніж інспектори-люди. Вони можуть отримати доступ до важкодоступних ділянок судна, надаючи детальні візуальні дані для аналізу. Наприклад, безпілотники використовуються для огляду корпусів кораблів, щоб переконатися, що на них немає пошкоджень або забруднень, які можуть вплинути на їхню роботу.

Крім інспекцій, дрони використовуються для пошуково-рятувальних операцій, екологічного моніторингу та спостереження. Їх здатність швидко охоплювати великі території та надавати дані в реальному часі робить їх безцінними в надзвичайних ситуаціях. [5]

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.shipuniverse.com/top-20-uses-of-air-drones-in-maritime-shipping-enhancing-efficiency-safety-and-innovation/>
2. <https://mfe-is.com/drones-in-maritime-inspection-a-time-saving-cost-effective-tool/>
3. <https://www.flyability.com/blog/maritime-drone>
4. <https://www.shipuniverse.com/drones-in-commercial-shipping-a-revolution-at-sea/>
5. <https://www.shipfinex.com/blog/top-7-technologies-shaping-the-shipping-industry-in-2023>
6. <https://piernext.portdebarcelona.cat/en/technology/a-drone-to-monitor-ship-pollution/>

УДК 004.8:656.61.052.48-52

ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ СУДЕН, АВТОМАТИЗАЦІЯ РІШЕНЬ У СКЛАДНИХ УМОВАХ

Козаченко О., старший викладач, Кучер В., курсантка

Національний університет “Одеська Морська Академія”, Україна

Понад 80% світової торгівлі здійснюється морем, що полегшує переміщення вантажів через величезні океани і між континентами. Згідно з новим дослідженням, ринок морського штучного інтелекту (ШІ) зараз оцінюється в 4,13 мільярда доларів США з прогнозованим п'ятирічним середньорічним темпом зростання на рівні 23%. Це значне зростання порівняно з минулорічною оцінкою в 1,47 мільярда доларів США, що свідчить про швидке впровадження технології ШІ в цьому секторі. Визначено 36 судноплавних компаній, які впровадили або планують впровадити технології з використанням штучного інтелекту в минулому році; малі та середні підприємства (МСП), на які припадає 63% постачальників технологій штучного інтелекту, відіграють важливу роль поряд з 18% бізнес-організацій і 17% стартапів (зростання на 5% в 2022-2023 роках).

Морські навігаційні системи на основі штучного інтелекту - це складні комбінації апаратного та програмного забезпечення, призначені для імітації здатності приймати рішення, притаманну людям-капітанам. Ці системи об'єднують дані з різних джерел, включаючи супутникові знімки, радіолокаційні дані, океанографічні та метеорологічні дані, для оцінки морського середовища і визначення найбезпечнішого та найефективнішого маршруту. Алгоритми ШІ обробляють ці дані в режимі реального часу і без втручання людини приймають рішення про коригування маршруту. Впровадження електронних картографічних систем і автоматизації керування рухом суден призвело до розробки концепції e-Navigation, яка забезпечує високу точність і зменшує залежність від людського фактора.

Основні напрямки розвитку та використання ШІ в судноводінні.

Розробка суден, здатних до самостійної навігації, є одним з ключових напрямків. Тут використовуються інноваційні алгоритми ШІ, які дозволяють автоматизованим системам

керування орієнтуватися в реальному часі. Завдяки машинному навчанню та обробці великих масивів даних автономні судна зможуть самостійно приймати рішення щодо маневрів та уникнення зіткнень.

До прикладу можна взяти - Системи підтримки прийняття рішень (СППР), використовуються для навігації в умовах високого ризику. Вони допомагають судноводіям здійснювати швидке та правильне прийняття рішень на основі комплексного аналізу даних про навколишнє середовище, маршрут та потенційні небезпеки. Ці системи знижують ризик помилок, пов'язаних із людським фактором, і забезпечують підвищену безпеку на морі.

Завдяки ІІІ стала можлива рання діагностика технічних проблем і прогнозування можливих відмов обладнання. Це зменшує ймовірність аварійних ситуацій та простоїв, що важливо для підвищення надійності морських перевезень. Він дозволяє автоматизувати процеси управління енергетичними установками суден, що сприяє раціональному використанню енергії, зниженню витрат і впливу на екологію. Це особливо актуально для сучасних суден з високими вимогами до енергоефективності. Також ІІІ активно застосовується для оптимізації логістичних процесів, зокрема, раціонального планування морських маршрутів з урахуванням погодних умов і трафіку. Це сприяє скороченню витрат на паливо та часу в дорозі, підвищуючи ефективність морських перевезень.

Проблеми впровадження ІІІ в судноводінні.

Одна з основних складностей – інтеграція систем з елементами ІІІ в наявні навігаційні системи. Сучасні стандарти морської навігації часто не враховують можливості повної автоматизації, що ускладнює сертифікацію і впровадження нових рішень.

З юридичних аспектів це питання відповідальності у випадку аварій або інших інцидентів, які сталися за участі автономних суден, є досі не вирішеним. Регулювання цієї сфери потребує гармонізації міжнародних норм для того, щоб використовувати автономні судна на законних засадах.

Психологічними бар'єрами є традиційний підхід екіпажу до судноводіння викликає певну обережність і недовіру до автоматизації. Є побоювання, що впровадження ІІІ може призвести до зменшення кількості робочих місць.

У майбутньому важливим кроком стане впровадження СППР для допомоги судноводіям, які допоможуть в управлінні судном, залишаючи відповідальність за капітаном. Це дозволить більш гармонійно інтегрувати ІІІ в судноводіння, забезпечуючи безпеку та ефективність.

Невизначеність в умовах високої щільності руху: автономні судна можуть зустрічати складні сценарії, де рішення потрібно приймати миттєво. Наприклад, у портах з великим потоком суден алгоритми можуть не встигати прийняти найкраще рішення.

Проблема масштабованості: більшість методів все ще перебувають у стадії тестування, і їх важко інтегрувати в реальні системи. Необхідна стандартизація та тестування в різних умовах, щоб перевірити їх надійність у довготривалій експлуатації.

Дотримання правил COLREGs: важливо, щоб алгоритми не тільки уникали зіткнень, але й виконували це у спосіб, який відповідає міжнародним стандартам, оскільки автономні судна діятимуть поряд з кораблями, якими керують люди.

Методи для впровадження.

Model Predictive Control (MPC) - Прогнозує траєкторії об'єктів та вибирає оптимальний шлях для уникнення зіткнень, дозволяючи автономним системам оцінювати потенційні загрози заздалегідь. Однак MPC має високі вимоги до обчислювальних потужностей та складну інтеграцію з реальними навігаційними системами. Для ефективної роботи важливо коректно налаштувати горизонт керування (менш як 20% від горизонту прогнозування), інакше можуть виникати коливання. Інтеграція MPC з іншими технологіями (штучний інтелект, нечітка логіка, генетичні алгоритми) у системи моніторингу та управління будівлями сприяє побудові енергоефективних будівель.

Штучні потенційні поля (Artificial Potential Fields) – Створюють зони тяжіння і

відштовхування навколо об'єктів, допомагаючи автономним суднам вибирати безпечні маршрути. Цей метод ефективно реагує на перешкоди, особливо при використанні радарів та лідарів. APF може інтегруватися з GPS та оглядовими датчиками і комбінуватися з глобальними алгоритмами, як-от DRL, для локальної і глобальної навігації. Однак, метод має обмеження при взаємодії з декількома рухомими об'єктами.

Глибоке навчання (Deep Reinforcement Learning) – Дозволяє суднам навчатися на досвіді і адаптувати поведінку у реальному часі, що робить його корисним для морської навігації в умовах інтенсивного трафіку. Агент навчається через проби та помилки, оптимізує маршрути, уникає зіткнень і приймає рішення в складних ситуаціях. У складних автономних системах DRL використовується для глобального планування, а APF — для уникнення перешкод на місцевому рівні.

Voyager AI від Robosys Automation - Забезпечує автономне уникнення перешкод завдяки датчикам та інтеграції з системами GPS, AIS, радаром та метеорологічними даними. Система, випробувана MARIN, дозволяє уникати зіткнень та відповідає міжнародним нормам безпеки (COLREGs). Voyager AI керує маршрутом судна, враховуючи погодні умови і завантаженість водних шляхів, а також контролює бортове обладнання. Інтеграція з алгоритмами DRL дозволяє адаптувати маршрут у складних умовах, забезпечуючи безперебійні морські операції USV, налаштовані для конкретних місій.

Аналіз великих даних (Big Data Analytics) - Прогнозування погодних умов, планування логістики. Великі дані використовуються для аналізу історичних даних про погоду, течії, трафік суден та багато іншого, щоб пропонувати оптимальні маршрути та попереджати про можливі небезпеки. Це допомагає суднам економити паливо та знижувати витрати завдяки ефективнішому плануванню.

Комп'ютерний зір (Computer Vision) - Системи моніторингу навколишнього середовища, автоматизовані камери спостереження. Комп'ютерний зір аналізує дані з камер у реальному часі для розпізнавання об'єктів та загроз. Це допомагає судну отримувати чітке уявлення про його положення, особливо в складних навігаційних умовах, наприклад, у вузьких каналах або поблизу об'єктів, які важко помітити

ECDIS (Electronic Chart Display and Information System)- Використовуючи Model Predictive Control (MPC) та глибоке навчання (DRL), можна передбачати можливі зіткнення і пропонувати капітану альтернативні безпечні маршрути. ШІ-алгоритм аналізує карту та дані руху інших суден і оптимізує маршрут для уникнення небезпек.

AIS (Automatic Identification System)- Створюють «зони відштовхування» для уникнення наближення інших суден. DRL навчається на даних про трафік для прогнозування руху та динамічної корекції траєкторії. AIS підвищує безпеку та оптимізує операції, надаючи дані про місцезнаходження та швидкість судна. Внутрішні системи судового зв'язку включають бази даних і радіотехнології для збору даних про споживання палива та завантаження вантажу, що вводяться в модель фрахтового ціноутворення.

Сенсори (LiDAR, камери)- DRL дозволяє камерам і LiDAR в реальному часі розпізнавати та класифікувати об'єкти, такі як інші судна чи перешкоди, що підвищує безпеку і точність ухвалення рішень.

Інтегровані системи сенсорів та локацій – автономні судна оснащені радаром, лідаром, камерами та GPS для точного визначення місця розташування і руху об'єктів навколо. Проблема полягає в тому, що сенсори можуть працювати з помилками в умовах поганої погоди або сильного морського хвилювання.

Актуальність автоматизованих систем у судноводінні.

Застосування автоматизованих систем і технологій штучного інтелекту спрямовані на зменшення аварійності та підвищення ефективності, мінімізуючи людський фактор і дозволяючи суднам самостійно оцінювати умови та ухвалювати рішення. Важливими факторами для впровадження таких систем є стандартизація та адаптація ШІ до різних сценаріїв. Впровадження має бути поступовим, спочатку в ролі допоміжних функцій для судноводіїв, з перспективою повної автономії суден та зниження ризиків зіткнень.

Методами які можуть допомогти ефективному та правильному впровадженню.

Глибоке навчання з підкріпленням (RL): автори застосували методи глибокого навчання, щоб модель могла розвивати адаптивні навички уникнення зіткнень, оптимізуючи траєкторії на основі попередніх знань про маршрут та наявність перешкод. Глибоке навчання з підкріпленням (Deep RL) використовується для навчання моделей із багатьох симульованих сценаріїв, що дозволяє знизити потребу в даних реального часу.

Апроксимація з урахуванням попередніх знань - технологія дозволяє зменшити обчислювальні ресурси, які використовуються для прогнозування траєкторії судна, спираючись на знання про передбачувані рухи суден в різних ситуаціях. Це дозволяє алгоритму краще розпізнавати потенційні загрози й уникати зіткнень, навіть якщо йдеться про динамічні (рухомі) перешкоди.

Інтеграція COLREGs - алгоритм інтегрує міжнародні правила запобігання зіткнень (COLREGs), що дозволяє автономним суднам враховувати правила та етикет навігації. Це критично важливо, щоб штучний інтелект міг враховувати поведінку інших суден відповідно до міжнародних норм.

Системи штучного інтелекту показали високий ступінь надійності. Розробка надійних систем штучного інтелекту також передбачає розробку прозорих і зрозумілих моделей ШІ, а також забезпечення їх належного функціонування за будь-яких робочих умов. Різні міжнародні та національні морські організації активно працюють над створенням та оновленням правил, які стосуються використання штучного інтелекту в морській навігації. Ці правила спрямовані на забезпечення безпеки, захисту навколишнього середовища та чесної конкуренції між судноплавними компаніями, але незважаючи на досягнення, ШІ не може замінити людський фактор на борту. Кваліфіковані моряки потрібні для нагляду за системами ШІ, прийняття рішень у критичних ситуаціях та управління непередбачуваними обставинами. Люди також потрібні для виконання завдань, які наразі неможливі для ШІ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Autonomous Collision Avoidance at Sea: A Survey. Hans-Christoph Burmeister. Manfred Constapel. Ганс-Крістоф Бурмейстер, Манфред Констанпель
<https://www.frontiersin.org/journals/robotics-and-ai/articles/10.3389/frobt.2021.739013/full>
2. Collision avoidance for autonomous ship using deep reinforcement learning and prior-knowledge-based approximate representation. Xinyu Zhang. Chengbo Wang. Zaili Yang. Musa Bashir. Kwangil Lee.
<https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2022.1084763/full>
3. СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ – НОВІ РЕАЛІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО СУДНОВОДІННЯ. А.Р. Ben, Vasyl Cherniavskyi, Pavlo Nosov.
https://www.researchgate.net/publication/381128088_Sistemi_pidtrimki_prijnatta_risen_ta_te_hnologii_stucnogo_intelektu_-_novi_realii_rozvitku_sucasnogo_sudnovodinna
4. Ocean Autonomy: The Rise of AI in Marine Navigation Systems. Isaac Wells.
<https://dlmeba.org/ocean-autonomy-the-rise-of-ai-in-marine-navigation-systems/>
5. Navigating the Future: How AI, big data, and autonomous systems are reshaping maritime transport. Divya Tejwani.
<https://unctad.org/news/navigating-future-how-ai-big-data-and-autonomous-systems-are-reshaping-maritime-transport>
6. Lloyd's Register commissioned research reveals the rapid rise of AI in maritime. Mark Warner.
<https://www.lr.org/en/knowledge/press-room/press-listing/press-release/2024/lloyds-register-commissioned-research-reveals-the-rapid-rise-of-ai-in-maritime/>

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПЕРЕДРЕЙСОВИХ ТРЕНІНГІВ З НАВІГАЦІЇ: ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ МОРЯКІВ

Цекова О.С. курсант гр.1504, Козаченко О.Ю., старший викладач

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

ВСТУП. У сучасному світі морська навігація стає складнішою через зростання обсягу вантажних перевезень, зміну кліматичних умов і нові виклики безпеки. Моряки повинні не лише адаптуватися до новітніх навігаційних технологій і автоматизованих систем, але й володіти навичками для роботи в непередбачуваних погодних умовах та при високій щільності руху на морі. У зв'язку з цим якісна підготовка курсантів стає надзвичайно важливою, адже саме від їхньої готовності до нестандартних ситуацій залежить безпека судноплавства.

Передрейсові тренінги займають ключове місце у навчальному процесі, дозволяючи курсантам застосовувати теоретичні знання та розвивати практичні навички в умовах, максимально наближених до реальних. На цих тренінгах курсанти навчаються користуванню навігаційними системами, відпрацьовують дії в надзвичайних ситуаціях та вчаться приймати швидкі й обґрунтовані рішення під час стресу. Ефективне проведення таких тренінгів значно підвищує рівень безпеки на морі, зменшуючи ризики аварій та мінімізуючи ймовірність помилок, спричинених людським фактором.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ. Тема впровадження ШІ є досить актуальною з кількох важливих причин. Зростання обсягів міжнародної торгівлі та морських перевезень посилює вимоги до безпеки в морській навігації. Помилки чи недостатня підготовка моряків можуть призвести до аварій, екологічних катастроф та втрати людських життів, тому якість підготовки є критичною. Технології ШІ дозволяють створювати глибокі й практичні тренінги, моделюючи ситуації, що дає курсантам змогу практикуватися в наближених до реальності умовах. До того ж, використання ШІ дає можливість оптимізувати навчальний процес і зменшити залежність від викладацького складу, що дозволяє ефективніше використовувати навчальні ресурси.

Важливою перевагою є можливість персоналізації навчального процесу, оскільки штучний інтелект налаштовує тренування під рівень знань, успішність і потреби кожного моряка, забезпечуючи оптимальні умови для засвоєння матеріалу. Це особливо важливо для підготовки до нестандартних ситуацій, які можуть виникнути на морі. Такі навчальні модулі формують у курсантів навички прийняття рішень під тиском, що є критично важливим для роботи в морі. Використання штучного інтелекту в передрейсових тренінгах для курсантів сприяє підвищенню якості навчання, допомагає морякам адаптуватися до сучасних технологій і готує їх до вирішення складних завдань, що робить цю тему надзвичайно актуальною для морської індустрії.

ОСНОВНА ЧАСТИНА. Якщо ми говоримо про інноваційні методи підготовки моряків на основі штучного інтелекту, зокрема навчання за сценаріями, віртуальної реальності, можна звернутися до спеціалізованих джерел. Одним з таких є посібник, автором якого є Беверлі Вулф, «Intelligent Tutoring Systems». Він пропонує багато корисних підходів для використання в інноваційних навчальних методах на основі ШІ.

Вулф відзначає, що віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR) допомагають підвищити практичні навички, забезпечуючи учням реалістичний досвід у віртуальних умовах, що схожі на реальність. В «Intelligent Tutoring Systems» описані системи, які застосовують моделі навчання, здатні коригувати навчальний план відповідно до потреб студента. Для морських тренінгів адаптивні системи могли б динамічно підлаштовуватися до рівня навичок курсанта, даючи більше тренувань на складніших маневрах тим, хто має

потребу. Також книга розглядає системи, які використовують інтелектуальні алгоритми для збору та обробки великої кількості даних про дії та помилки студентів, надаючи зворотний зв'язок у реальному часі. У морському навчанні таке відстеження допомагає аналізувати навички курсанта та його помилки, що дозволяє адаптувати навчання у реальному часі для подальшого покращення результатів.

Також одним з важливих факторів є навколишнє середовище. Завдяки використанню ІІІ моряки можуть моделювати ситуації, що підвищують ситуаційну обізнаність, та швидше розпізнають зміни навколо судна, наприклад, трафіки інших суден, погодні умови чи навігаційні небезпеки.

Штучний інтелект значно скорочує час на підготовку, автоматизуючи рутинні завдання та створюючи персоналізовані програми навчання для курсантів. Симуляції на базі ІІІ можуть відтворювати небезпечні сценарії (штормові умови, відмова обладнання, колізії з іншими суднами) у віртуальному середовищі. Це дозволяє курсантам без ризику для життя відпрацювати реакцію на складні ситуації, які можуть виникнути у реальних умовах. Моделювання екстремальних ситуацій допомагає курсантам знижувати стрес під час прийняття рішень у критичних ситуаціях та підвищує їхню впевненість у подібних умовах. Інтерактивні методи навчання, такі як віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR), підвищують інтерес курсантів до навчання, перетворюючи процес навчання на захоплюючий досвід.

Незважаючи на переваги використання штучного інтелекту, необхідно також приділити увагу недолікам та обмеженням, з якими можна зіткнутися під час навчання.

<i>Переваги ІІІ в навігації та перед рейсових тренінгах</i>	<i>Недоліки та обмеження</i>
<i>Персоналізація навчання:</i> адаптування навчального процесу під індивідуальні проблеми, що сприяє ефективному засвоєнню матеріалу та підвищенню мотивації	<i>Вартість обладнання:</i> високоякісне обладнання, стимулятори та спеціальні програми є дорогими в придбанні та обслуговуванні
<i>Моделювання екстремальних ситуацій:</i> відтворення ситуацій без ризику для життя	<i>Вимоги до висококваліфікованих кадрів:</i> необхідність мати фахівців, які здатні програмувати ІІІ-системи
<i>Постійний моніторинг:</i> зворотній зв'язок курсантам щодо їх дій та прогресу в навчанні	<i>Залежність від даних:</i> для точності моделювання потрібна велика кількість якісних даних
<i>Автоматизація процесів:</i> можливість зосередження на складніших етапах навчання	<i>Питання безпеки та конфіденційності:</i> вимоги щодо належного захисту персональних даних курсантів
<i>Скорочення часу підготовки:</i> завдяки ІІІ-системам моделювання ситуацій проходить досить швидко без зниження якості навчання	<i>Ризик технологічної залежності:</i> залежність може призвести до недостатньої готовності працювати у реальних умовах

Перспективи впровадження штучного інтелекту в передрейсові тренінги полягають у покращенні якості навчання через новітні технологічні рішення, які можуть підвищити адаптивність, безпеку та ефективність процесу. Це робить підготовку більш цілеспрямованою, дозволяючи майбутнім морякам досягати оптимальних результатів. Іншою перспективою є значний потенціал у створенні реалістичних симуляцій за допомогою VR та AR, що сприяє формуванню необхідних для навігації рефлексів, що є важливим для підвищення рівня безпеки на морі. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє прогнозувати успішність курсантів, відстежувати їхній прогрес у динаміці та своєчасно коригувати процес підготовки.

Такий підхід дозволяє оптимізувати не тільки навчальний процес, але й управління ризиками, що є важливим у морській галузі, де висока вартість помилок є вирішальним фактором. Впровадження ШІ також може допомогти скоротити витрати на тренування, оскільки симуляційні платформи на базі ШІ здатні зменшити потребу в традиційних дорогих тренувальних засобах. Замість реальних морських суден, курсанти можуть тренуватися у віртуальних середовищах, що дає змогу отримати практичний досвід за значно нижчих фінансових та екологічних витрат. За прогнозами International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation (TRANSNAV), подальший розвиток систем ШІ дозволить не лише покращити безпеку, але й вдосконалити навички прийняття рішень у критичних ситуаціях, що є основою безпечного судноплавства.



Рисунок 1. NAUTIS Navigation Simulator

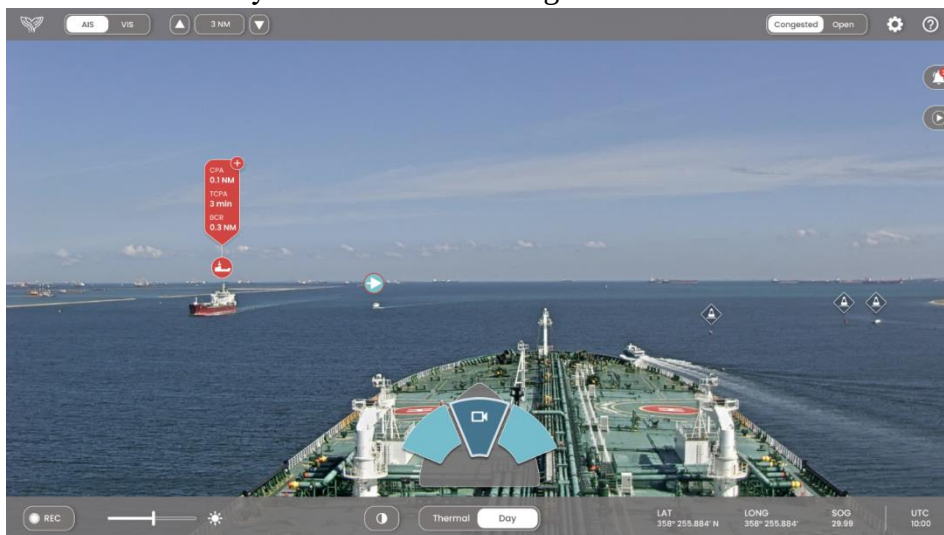


Рисунок 2. Екран з доповненою реальністю (AR)

ВИСНОВОК. Впровадження штучного інтелекту в передрейсові тренінги з навігації відкриває нові горизонти для підготовки моряків, роблячи її більш ефективною, персоналізованою та безпечною. Завдяки ШІ майбутні моряки можуть отримати неоціненний досвід у змодельованих умовах реального часу, що дозволяє практикувати реакції на потенційно небезпечні ситуації. Хоча застосування ШІ супроводжується певними викликами, перспективи його впровадження значно переважають труднощі. ШІ в морській навігації здатен не тільки полегшити процес навчання, але й суттєво підвищити рівень безпеки на морі, забезпечуючи майбутніх моряків потрібними знаннями та впевненістю.

ЛІТЕРАТУРА

1. B.Woolf, V.Aleven «Intelligent Tutoring Systems»
2. M.Lind, M.Bergmann, M.Watson «Maritime Informatics:Additional Perspectives and Applications»
3. Офіційний сайт ІМО. <https://www.imo.org/>
4. <https://developer.nvidia.com/blog/ai-enhanced-navigation-charts-safer-waters-for-massive-ships/>
5. Онлайн-бібліотека наукових посібників SpringerLink

УДК 656.61.052

ІНФОРМАЦІЯ ЯК- ЗАСІБ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

Торський В.Г., професор кафедри "Морські технології"

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

При розгляді матеріалів, пов'язаних із безпекою мореплавання, неможливо обійтися без звернення до таких фундаментальних понять як «управління», «рішення» та «інформація». Існує велике різноманіття тлумачення цих понять, вони використовуються в різних галузях людської діяльності, теоретичним і практичним питанням їх визначення, розробки, застосування присвячені численні публікації, наукові звіти, керівництва.

Щодо проблеми безпечної експлуатації судна найбільш відповідним є таке трактування: «Управління - здійснення сукупності впливів на об'єкт управління, обраних на підставі певної програми та спрямованих на підтримку чи зміну функціонування відповідно до призначення». Управління в такому сенсі здійснюється у всіх складних динамічних системах і засноване на отриманні, обробці та передачі інформації, що є засобом управління. Рішення – основа управління. Вся різноманітна людська діяльність пов'язана з вирішенням різноманітних проблем. Проблеми виникають тоді, коли люди не можуть досягти поставленої мети за допомогою наявних у їхньому розпорядженні знань, інформації та ресурсів. Тобто потрібна додаткова інформація, засоби, рекомендації. Останнім часом, у зв'язку з суттєвим ускладненням виробничих умов та зростанням вимог до якості управління виникла наука прийняття рішень та ще пізніше — математична теорія рішень.

Інформація - така ж невід'ємна властивість матерії, як і енергія. Поняття «інформація» виникло і широко використовувалося у побуті дуже давно, значно раніше, ніж виникли науки, які вивчають та застосовують це поняття для вдосконалення виробничої діяльності – теорія інформації та кібернетика. В останні 30-40 років у старе поняття вдихнули новий зміст, і інформація стала об'єктом активних наукових досліджень і набула важливого значення та впливу на життя сучасного суспільства. Інформація пронизує виробничу та громадську діяльність, від неї залежить управління процесами та об'єктами і з рештою - економічна ефективність всього суспільного виробництва. Найбільш загальне визначення інформації - це відомості про навколишній світ, які отримуються в результаті взаємодії з ним.

У цьому матеріалі під інформацією розуміється повідомлення, що усуває невизначеність у сфері, до якої воно належить. Тобто ми отримуємо інформацію, коли ступінь нашого незнання чи непоінформованості про щось зменшується.

Багаторічний досвід діяльності людей у Світовому океані запевняє, що інформація відіграє першорядну роль у забезпеченні безпеки на морі. Різноманітна інформація потрібна як під час підготовки та планування переходу судна морем, і у період плавання. Необхідність підготовки такого плану (Passage Plan) обумовлена вимогами Конвенції СОЛАС: у розділі V (пр.34) вказується: «До виходу до моря капітан повинен забезпечити, щоб намічений рейс було сплановано, використовуючи відповідні навігаційні карти і морські навігаційні посібники».

Планування будь-якого переходу судна (від причалу до причалу) включає чотири етапи: оцінка (APPRAISAL) умов на маршруті майбутнього плавання судна; (PLANNING) – вибір шляхів руху судна, (EXECUTION), виконання переходу морем на основі підготовленого плану та контроль руху судна за наміченим шляхом (MONITORING).

На першому етапі збирається та вивчається вся необхідна інформація про майбутній перехід і саме судно, у тому числі встановлюються різні небезпеки для судна на маршруті. Очевидно, що від достовірності та повноти інформації, що використовується при цьому, залежить надійність оцінки океанського переходу та плавання прибережними водами з позицій безпеки і, отже, вибір шляхів руху судна.

У матеріалах МАКО зазначається, що транспортному судну притаманні два види небезпек: зовнішні та внутрішні. Перші - це вплив стихії та інших суден та плаваючих об'єктів, а також наявність підводних перешкод, які можуть призводити до порушень міцності корпусу, втрати плавучості, зіткнень, навалів, посадок на мілину. Внутрішні небезпеки, що діють, - це пристрої, події, процеси, дії людей на борту, які за певних обставин можуть викликати пожежу, вибух, втрату стійкості, вихід з ладу технічних засобів. Іншими словами, це такі чинники, прояв яких у період плавання судна може призвести до аварійної події.

Джерелами інформації на етапі APPRAISAL служать дані про кліматичні та погодні умови району плавання, карти рекомендованих шляхів, лоції, океанські шляхи світу, гідрометеорологічні відомості від міжнародної служби NAVTEX, факсимільні карти погоди та стану моря та ін. На основі аналізу наявних даних вибирається найбільш безпечний маршрут руху судна. При цьому повинні враховуватися рекомендації, наведені в посібнику з планування рейсу IMO (рез. А.893.(21)), а також у документах Міжнародної палати судноплавства – Bridge Procedure Guide та Морського Інституту (NI) – Bridge Team Management.

Основне завдання судноводіння - забезпечення безпечного переходу судна обраним шляхом вирішується як завдання отримання, обробки та використання управління судном навігаційної інформації. Це відомості про положення та переміщення судна, які в основному можуть бути отримані в результаті вимірювань, а також показання приладів і спостережень за навколишнім оточенням. Останнім часом судна обладнають новітніми навігаційними приладами та пристроями, які стали об'єднувати в інтегровані системи (ІНП), покликані суттєво полегшити роботу вахтового офіцера з управління судном, особливо у складних умовах плавання. Ходові містки морських суден насичені численними приладами, індикаторами, органами управління параметрами руху. Такий електронний комплекс призначений для вирішення завдань навігації, радіозв'язку, контролю технічних засобів та спільно з офіцером - судноводителем утворює людино-машинну систему управління рухом судна. Основне призначення цієї системи полягає в забезпеченні вахтового офіцера достатніми, достовірними та зручно представленими даними, необхідними для прийняття рішень у умовах плавання, що змінюються.

Необхідно відзначити, що в умовах діяльності людини - оператора задовільна обробка інформації здійснюється при швидкості її подачі не перевищує 6 біт/сек. При подальшому збільшенні швидкості оператор перестає приймати інформацію, яка виходить межі його максимальної пропускну здатність. При цьому зростає частота помилок. Подібні ситуації можуть виникнути на судні в період швартовних операцій при розбіжності з судами в обмеженій видимості. У таких випадках обстановка навколо судна змінюється швидко і до вахтового офіцера на містку надходять різноманітні дані, які необхідно використовувати при управлінні судном.

На основі вищевикладеного можна зробити висновок про те, що управління судном та виробничими операціями при його експлуатації є процесом перетворення інформації в дії. Цей процес називається процесом ухвалення рішень. Ефективність управління залежить від того, яку інформацію має в своєму розпорядженні офіцер і як виконано її перетворення. З наявної інформації він відбирає та використовує лише якусь частину, яку на основі своїх знань та досвіду вважає необхідною для прийняття найкращого рішення у цій ситуації. Таким чином,

інформація є засобом управління та її кількість та якість істотно впливають на ефективність управління. У той же час людина - оператор постає як перетворювач інформації в дії, тому від його професійної підготовки, досвіду та особистісних якостей залежить успішність досягнення мети управління.

Очевидно, що за наявності своєчасної, достатньо повної та достовірної інформації щодо цих елементів обізнаності, капітан та суднові офіцери зможуть приймати найкращі рішення у різних ситуаціях і тим самим забезпечувати безпеку плавання судна. До цього слід додати, що важливою умовою надійної роботи навігаційних систем є достатня обізнаність (знання та навички) судноводіїв щодо використання, обслуговування, можливостей та обмежень ІНС та інших датчиків інформації шляхом відповідного навчання, використання тренажерів тощо. Досвід переконує, що незважаючи на численних помічників - автоматів, суднові офіцери повинні підтримувати практичні вміння та навички вирішення професійних завдань традиційними (ручними) способами та за їх допомогою контролювати роботу автоматизованих пристроїв.

ЛІТЕРАТУРА

1. В. Г. Торский, В. П. Топалов, В. В. Торский. «Культура безопасности в судоходстве" — Одесса: Астропринт, 2012. — 104 с. — (Серия «Библиотека моряка» (БМ) : вып. 24).
2. В. П. Топалов, В. Г. Торский. Человеческий фактор в судоходстве = Human factor in shipping: [учебно-практическое пособие] /— Одесса : Астропринт, 2015. — 244 с. — (Серия «Библиотека моряка» (БМ) : вып. 27).
3. T. Crowch, Navigation the Human Element. MLB Publishing, Kent, UK, 2013, 233 p.

Наукове видання

**СУДНОВОДІННЯ,
МОРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ**

NST-2024

20-21 листопада 2024 року

Редагування Сікірін В.Є.
Пашенко О.Л.

Верстка Сікірін В.Є.
Казак О.Р.

Підписано до друку 09.01.2025

Формат 60х84/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 17,73

Тираж 50 пр. Замовлення № И24-02-02

НУОМА, центр «Видавінформ»
65052, м. Одеса, Дідріхсона, 8, корп. 7
Свідоцтво ДК № 1292 від 20.03.2003
e-mail: publish@onma.edu.ua
Телефони: +38 (048) 793-24-50
+38 (048) 793-24-51