

Міністерство освіти і науки України
Херсонська державна морська академія

XV Всеукраїнська студентська наукова конференція
«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МОРСЬКОГО
ТРАНСПОРТУ ТА БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА»

Матеріали конференції



20 листопада 2025 року

Матеріали XV Всеукраїнської студентської наукової конференції [Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства], (м. Херсон, 20 листопада 2025 року). – Одеса : Видавництво ХДМА, 2025. – 248 с.

Матеріали публікуються в авторській редакції

Оргкомітет конференції

Голова оргкомітету:	Гусєв В.В., к.т.н., професор, ректор академії.
Заступник голови оргкомітету:	Дягілева О.С., к.пед.н., доцент, перший проректор. Бень А.П., к.т.н., професор, проректор з науково-педагогічної роботи. Шумей О.І., проректор з навчально-виховної роботи.
Члени оргкомітету:	Левківський Р.М., к.т.н., т.в.о. начальника ВСП «Морський фаховий коледж ХДМА». Нагрибельний Я.А., д.пед.н., проф., декан факультету судноводіння. Акімов О.В., к.т.н., доц., декан факультету суднової енергетики. Петровський А.В., к.т.н., доцент кафедри навігації та управління судном, начальник відділу технічної інформації. Тендітна А.В., в.о. начальника відділу виховної роботи. Кириченко К.В., к.т.н., доц. кафедри загальнофахової підготовки та морської безпеки, голова наукового товариства студентів (слухачів), аспірантів, докторантів та молодих вчених. Якущенко С.В., PhD, доцент кафедри навігації та управління судном. Панченко М.В., голова студентської ради.
Технічні секретарі конференції:	Онишко Д.М., старший викладач кафедри загальнофахової підготовки та морської безпеки. Голікова І.В., провідний фахівець відділу технічної інформації. Радул Т.О., фахівець II категорії відділу технічної інформації.

У збірці представлено матеріали Всеукраїнської студентської наукової конференції «Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства», яка відбулася 20 листопада 2025 р. на базі Херсонської державної морської академії. До збірки включено доповіді, присвячені актуальним питанням проблем морського транспорту та безпеки мореплавства.

Матеріали збірки розраховані на викладачів та студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств.

ВСТУПНЕ СЛОВО

Сьогодні існує нагальна потреба в застосуванні в освітньому процесі підготовки фахівців нових методів, які сприятимуть підвищенню його якості та виправдають себе на національному та європейському просторі. Морській галузі потрібні спеціалісти, які вміють ефективно працювати в колективі, використовують набуті знання, вміння та навички на практиці, тобто професійно компетентні. З огляду на це, основною метою сучасної вищої освіти є підготовка кваліфікованого спеціаліста відповідного рівня та профілю, конкурентоздатного на ринку праці, компетентного, який ґрунтовно володіє професією та орієнтується в суміжних галузях діяльності, готового до професійного росту. Участь курсантів у науково-дослідній роботі поліпшує науковий рівень освіти наукової молоді, набуває творчого підходу у вирішенні професійних здобутків, системності у виконанні теоретичних та експериментальних науково-дослідних робіт, розвитку творчого, аналітичного мислення, здатності до творчої роботи за фахом.

Науково-дослідна робота — один з основних показників ефективної діяльності нашого закладу. Залучення курсантів до науково-дослідної роботи — провідний напрямок роботи Херсонської державної морської академії. Така робота сприяє підвищенню наукового рівня освіти молоді, розвитку творчого підходу у вирішенні професійних навиків. Проведення заходів у рамках науково-дослідної роботи в нашій академії, в тому числі, й даної конференції, сприяє розвитку та реалізації здібностей курсантів, стимулює творчу працю науково-педагогічних працівників та викладачів. Як наслідок, підвищується якість підготовки фахівців, активізується навчально-пізнавальна діяльність курсантів академії, вдосконалюється освітній процес. Крім того, можна стверджувати, що такі заходи є найбільш яскравими сторінками наукового життя нашої академії — це можливість послухати доповіді та познайомитись з молодими науковцями, в тому числі й інших вузів, самому розповісти про свої дослідження зацікавленій аудиторії. Для тих, хто тільки розпочинає свій творчий шлях, — це перші враження від залучення до наукового спілкування. Важлива риса молодого науковця — прагнення до пізнання нового, до примноження знань, невтомність наукового пошуку.

Тільки разом з вами, обдарованою та творчою молоддю, ми, професорсько-викладацький склад і провідні фахівці академії, об'єднавши наші зусилля, зможемо покращити систему освітнього процесу, забезпечити високий рівень кваліфікації випускників та сформувані в суспільстві повагу до талановитих науковців, майбутніх професіоналів, що гідно представлятимуть нашу державу на світовому рівні.

Впевнений, що П'ятнадцяти Всеукраїнська наукова конференція студентів «Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства» успадкує кращі традиції попередніх конференцій і стане надійним підґрунтям для розвитку наукової діяльності курсантів Херсонської державної морської академії та студентів інших закладів освіти України.

Зичу всім учасникам конференції плідної дослідницької роботи, конструктивних ідей та вагомих наукових досягнень.

**Ректор ХДМА,
професор**



В.М. ГУСЄВ

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

SEEMP: НОВІ МОЖЛИВОСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПАЛИВНИХ РЕСУРСІВ НА БАЛКЕРАХ

Бугаєнко В. І.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.е.н., доц., Стовба Т.А.*

Вступ. На разі економічний спектр морських перевезень є одним із найважливіших у судноводінні. Все більше нових правил експлуатації судна лягають на плечі молодих штурманів. Судноплавним компаніям це допомагає економити фінансові ресурси, а офіцерам надає додаткового клопоту та обмежень. Зокрема, судноводії обмежені щодо вибору швидкості, певних обертів головного двигуна, значних змін курсу під час розходження суден та ін. Іноді справа доходить до обмеження побутових засобів, спорядження для безпеки екіпажу, суднових енергетичних систем тощо. Нерідко капітани покладаються не тільки на швидкість судна, але й на режим роботи двигуна, щоб зберегти певну кількість пального. Відтак іноді на судні вдаються до провадження способів незначної економії енергії, а на великі можливості щодо енергозбереження не звертають увагу.

Актуальність. Міжнародна морська організація (ІМО) звернула увагу на вищезазначену тенденцію судновласників й у 2013 р. ухвалила керівництво SEEMP (Ship Energy Efficiency Management plan) [1], яке складається з 3-х частин.

План охоплює економію пального і енергетичних ресурсів, вироблених судновими системами. Запропоновані методи зменшують витрати для судноплавної компанії, але деякі з них є неактуальними або неможливими для реалізації, що не дозволяє відповідати плану у повній мірі. Все це пов'язано з тим, що, на жаль, багато підрахунків щодо кожного судна є теоретичними і не враховують реальні умови експлуатації морського транспорту. Підраховують економію пального та витрати енергетичних ресурсів економісти та менеджери судноплавних компаній, а експлуатують – штурмани і суднові механіки.

Другою проблемою є провадження третього розділу — класифікація суден за виконанням вимог щодо вуглецевої інтенсивності викидів. Існує 5 категорій, які нумеруються за латинською абеткою відповідно, де клас А — є найвищим класом суден, які дотримуються вимог щодо карбонових викидів, а клас Е — найгіршим. Залежно від класу судно отримує відповідний чартер. Чим вище клас — тим дорожчий чартер. Отже судна з нижчим класом не зможуть отримувати достатній прибуток для забезпечення власної енергоефективності [1, 2].

Метою даного дослідження є формулювання пропозицій щодо забезпечення енергоефективності експлуатації балкерів на підставі ретельного аналізу заходів, зазначених у керівництві SEEMP і, таким чином, сприяти підвищенню прибутковості судноплавних компаній світу.

Результати досліджень. Визначимо основні операції, де можливо забезпечити доцільний розподіл суднових ресурсів. Аналіз керівництва SEEMP довів, що варто зупинитись на таких параграфах:

- робота суднових систем під час вантажних операцій;
- оптимізація океанського переходу;
- забезпечення чищення підводної частини корпусу судна;
- менеджмент морських перевезень: відмова від трампових перевезень у ситуаціях, де це можливо забезпечити.

Розглянемо на прикладі судна MV CSL Spirit, на якому працював автор дослідження. Судно є Self-unloader Bulk Carrier, обладнане складною системою вивантаження, ворончатими трюмами і стрічкою під ними, котрі йдуть на комплекс вивантаження із можливістю розвороту на 90° [3].

Робота суднових систем під час вивантаження є ресурсовитратним процесом.

Судно, не маючи руху, може витратити до 9 тонн дизельного пального на вантажні операції на добу. Такі велетенські витрати відбуваються через роботу дизель-генераторів, парових котлів, вантажної системи і баластних насосів. Але портові працівники нехтують витратами судна, тому часто допускають необачності або недбайливо ставляться до виконання своїх обов'язків, через що виникає простій. Фактично простій – це процес, коли вивантаження не відбувається, а суднові системи працюють, використовуючи 60-75% від загальної потужності, що спричиняє додаткові витрати на дизель, зношування насосів і форсунок. Питання щодо порівняння витрат на зношування насосів і форсунок та економії пального впродовж простою потребує окремих додаткових досліджень.

Задля вирішення цієї проблеми існує два варіанти: перший є примітивним – вибір доцільних портів завантаження або вивантаження, в яких робота працівників є оптимізованою і якість забезпечення вантажних операцій є високою. Для прикладу розглянемо два порти, які знаходяться один біля одного, а саме — Пуерто Дрюммонд і Пуерто Нуево (Колумбія). Пуерто-Дрюммонд є портом американської компанії Drummond LTD, тому вимоги до робітників жорсткіші. Завантаження тут відбувається зі швидкістю до 5000 тонн на годину. Пуерто Нуево — державний порт, в якому кваліфікація робітників значно нижча. Окрім цього, вантажу часто не вистачає, тому судно змушене простоювати. Тут швидкість завантаження менше у 1,5–2,2 рази, тому енергетичні системи потребують більше витрат пального.

Другий варіант є більш радикальним — відключати суднові системи на час простою. Перевагами другого варіанту є ефективність та економічність, мінусами — зношування судових систем і приладів. Саме тому перший варіант є дієвішим.

Оптимізація океанського переходу є також важливим заходом SEEMP. Багато судноводіїв нехтують погодними умовами, що спричиняє низьку швидкість судна, відхилення від необхідного курсу, сильний дрейф тощо. Але якщо використовувати метеорологічні звіти, можливо зекономити близько 3–4 тонни пального, зберігаючи експлуатаційну швидкість.

Якщо звернутися до інформаційних таблиць MV CSL Spirit, то можна побачити, що експлуатаційна швидкість на повному ході становить 12.5 вузлів, а при середньому ході — 10.2 вузли при нормальних погодних умовах. Якщо використовувати течію Гольфстрім (її швидкість складає 2.0–3.3 вузли), яка простягається вздовж Північно-Американського континенту, під час переходу з однієї частини США до іншої можливо зберегти максимальну швидкість, але при цьому оберти головного двигуна зменшити з 85 до 64, що спричиняє економію пального майже на 23%.

Забезпечення правильного покриття корпусу дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики судна. Відомо, що з часом підводна частина корпусу судна обростає водоростями, молюсками та черепашками. Тримаючись нижче ватерлінії, вони збільшують водотоннажність судна, зменшують його швидкість через зростання сили тертя внаслідок біообростання підводної частини корпусу судна, маневреність. Задля дотримання швидкості потрібно використовувати більші потужності головного двигуна, які вимагають додаткового використання пального та мастил.

Щоб уникнути обростання необхідно забезпечити судно вчасним драй-доком з очищення корпусу. Таку процедуру необхідно робити в середньому раз на 5–7 років. Окрім цього, уражені ділянки корпусу необхідно захищати покриттям із вмістом біоцидів, що дозволить довше захистити судно від біообростання.

Можливо здійснити чищення корпусу судна від накопичених біологічних обростань водолазами або дистанційно керованим апаратом для під час стоянки судна у порту. Таким чином можна знизити загальне споживання пального на 1–5% залежно від ступеня забруднення довкілля у районі плавання, лінійних розмірів судна, інтенсивності його експлуатації (теплохід більше рухається — менше біообростання) тощо [4]. Ціна очищення корпусу коливається від 5000 до 50 000 дол. залежно від вибору методу чищення, розмірів судна [4].

Ще одним пунктом забезпечення енергоефективності є правильний менеджмент суднових портів. Розрізняють за формою організації роботи суден 2 види перевезення: трампові та лінійні. Якщо лінійні заплановані заздалегідь і не включають постійні зміни портів на нові, то трампові перевезення — це раптові порти і дати.

На сьогоднішній день тільки у США 64.4% морських перевезень здійснюється за певним планом [5]. Лінійні перевезення демонструють більшу ефективність, ніж трампові. Пріоритет полягає в тому, що транзитний час доставки вантажу зменшується, зростає обіг грошей в економіці США та у перевізників, а також відбувається збереження енергоресурсів судна.

Як показує практика, морські судна, що працюють на лінії – завжди у русі, мають замовлення на перевезення вантажів, тому у них ніколи не буває значних стоянок-простоїв, затримок у портах, різких змін у план-переході. Через це судно не витрачає додатковий ресурс на забезпечення основних і допоміжних засобів, не здійснює рух просто для уникнення небезпеки, не використовує постачання і провізію марно.

Варто додати ще кілька міркувань стосовно суднового пального. Відомо, що вид пального залежить від вмісту хімічних речовин, в'язкості, походження тощо. Із загальновідомих видів використовують HFO (Heavy Fuel Oil або важке пальне), MGO (Marine Gas Oil або морське газове пальне), DO (Diesel Oil або дизель) та LNG (Liquefied Natural Gas або скраплений природний газ).

Кожне перераховане пальне має певний склад, який впливає на процес горіння відповідної рідини. За статистикою важке пальне значно випереджає дизель: процес згоряння відбувається повільніше, тому на ньому можна подолати більшу дистанцію.

Окрім цього, варто врахувати ціну на бункер. Тонна HFO у водах Колумбії коштує приблизно 300 \$ за тонну, водночас дизель, “який легший у властивостях” – 490\$. Виходячи з цього, можна стверджувати, що HFO використовувати більш вигідно.

Єдиним недоліком важкого пального є те, що його заборонено використовувати у водах з контролем викидів шкідливих речовин. Тобто судно з таким паливом не зможе зайти в порт Нью-Йорк або у Гібралтарську протоку.

Однак на сьогодні інженери вигадали сучасні способи для забезпечення енергоефективності та декарбонізації, які відповідають 6 Додатку МАРПОЛ. LNG може продуктивно горіти, займати мало місця і не має сірки у складі. Тепер нерідко можна побачити контейнеровози на цьому виді пального, особливо після Панамського каналу, через який проходить основний трафік Європа–Західний берег США [6, 7].

ІМО планує прийняття Рамкової програми нульових викидів (NZF) у жовтні 2025 р., заходи якої наберуть чинності у 2027 р. За цей перехідний період потрібно розробити рекомендації щодо визначення видів пального з нульовими та майже нульовими викидами, а також механізми винагородження за їх використання, облік викидів та сертифікацію різних видів суднового пального і визначення можливостей їхнього виробництва та ін. [8].

Після набрання чинності NZF очікується, що судновласники через не дотримання вимог чинних декарбонізації до 2030 року генеруватимуть штрафи на суму майже 11-12 млрд дол. річного доходу [8]. Зазначені штрафні санкції планується спрямувати на винагороди та фінансування робіт, які будуть необхідні для забезпечення нульового рівня викидів у великих масштабах.

Відомо, що покупці пального — судноплавні компанії прагнуть мати найнижчі можливі витрати для забезпечення власної конкурентоспроможності, але при цьому мають декарбонізуватись, що потребує значних додаткових витрат на модернізацію флоту та придбання пального з нульовими та майже нульовими викидами.

Сучасна інженерія не стоїть на місці, тому знайшли альтернативи для LNG, серед яких перспективним видом пального вважають метанол. Метанол – це спирт, який, на перший погляд, виділяє менше енергії, проте має нижчу ціну. Якщо брати до уваги фінансові витрати на пальне, то на метанолі судно пройде довшу дистанцію, ніж на

використанні газу. Проте потрібно зазначити, що для використання метанолу необхідне дизельне паливо, але навіть у такому випадку виходить економніше. На сьогодні відомо про 12 суден від компанії CMA CGM, які використовуватимуть дану технологію [9].

Висновок. Дотримуючись запропонованих заходів менеджмент судноплавних компаній матиме можливість оптимізувати роботу власного флоту.

Забезпечення суден певними рекомендаціями допоможе зберегти обмежені ресурси, вартість яких постійно зростає, і зекономити значну частину фінансових ресурсів. Окрім цього, запропоновані зміни не позначаться негативно на екіпажі та комфорті членів команди.

Розглянуті пропозиції не лише підвищать обізнаність екіпажів щодо провадження необхідних заходів відповідно до SEEMP, але й сприятимуть доцільному використанню енергоресурсів суднових енергетичних установок морського транспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Improving the energy efficiency of ships. imo.org. URL: <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/improving%20the%20energy%20efficiency%20of%20ships.aspx>
2. Charting the future. classnk.or.jp. URL: <https://www.classnk.or.jp/HP/en/activities/statutory/seemp/index.html>
3. CSL Spirit. cslships.com : веб-сайт. URL: <https://cslships.com/vessel/csl-spirit>
4. Green Voyage 2050. Hull cleaning: imo.org. URL: <https://greenvoyage2050.imo.org/technology/hull-cleaning>
5. World Shipping Council. worldshipping.org. URL: <https://www.worldshipping.org/us-liner-shipping>
6. Таблиця суднових двигунів: потужність, витрата палива, характеристики 2025 року. inner.su. URL: <https://inner.su/articles/tablitza-sudovykh-dvigately-moshchnost-raskhod-topliva-kharakteristiki-2025>
7. Types of bunkers (fuel) for marine vessels. mhbland.com. URL: <https://www.mhbland.com/types-of-bunkering-fuel-for-marine-vessels/>
8. GMF: IMO's reward mechanism to incentivize energy transition. Safety4sea.com. URL: <https://safety4sea.com/gmf-imos-reward-mechanism-to-drive-the-energy-transition/>
9. CMA CGM welcomes its first dual-fuel methanol vessel. Safety4sea.com. URL: <https://safety4sea.com/cma-cgm-welcomes-its-first-dual-fuel-methanol-vessel>

АТОМНА ЕНЕРГІЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ВИД СУДНОВОГО ПАЛЬНОГО

Гур'єв О. А.

Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.е.н., доц. Стовба Т.А.

Вступ. Світова судноплавна галузь перебуває на межі екологічної трансформації. Щороку морський транспорт виробляє близько 3% глобальних викидів CO₂ [1]. Міжнародна морська організація (ІМО) у 2023 році прийняла нову стратегію щодо скорочення викидів до «нульового рівня» до 2050 року [2]. Проте постає питання: чи можливо забезпечити ефективність і автономність суден без шкоди для довкілля?

Попри зростання інтересу до відновлюваних джерел, саме атомна енергія здатна стати вирішенням цієї проблеми. Проте її впровадження стикається з викликами: брак необхідної інфраструктури в портах, що не дозволяє заходити атомним суднам через відсутність приймальних систем та ризики небезпеки. Отже, судноплавство потребує нових рішень, що поєднують чисту енергію, автономність і правову регламентованість.

Метою дослідження є узагальнення світового досвіду щодо можливості використання атомної енергії в якості суднового пального задля забезпечення ефективності і автономності експлуатації вантажних суден без шкоди для довкілля.

Основна частина. Атомна енергетика є одним із найперспективніших напрямів розвитку світового судноплавства, оскільки поєднує надзвичайну енергетичну щільність, тривалу автономність та майже повну відсутність викидів вуглекислого газу.

Порівняно з традиційними джерелами енергії ядерне паливо має колосальну питому енергію: один кілограм урану-235 еквівалентний приблизно 300 тисячам літрів дизельного пального [3]. Це означає, що судно з ядерною енергетичною установкою може працювати десятиліттями без дозаправки, забезпечуючи безперервні рейси навіть у найвіддаленіших районах, таких як Арктика чи Південний океан.

Сучасний розвиток атомної технології у морській галузі тісно пов'язаний із появою малих модульних реакторів (Small Modular Reactors, далі SMR). Такі реактори характеризуються компактністю, підвищеним рівнем безпеки та можливістю працювати автономно до 20 років без заміни пального (рис. 1) [4]. Вони використовують вдосконалені паливні збірки з урану або торію, що забезпечують стабільну теплову потужність при мінімальних ризиках перегріву. Більшість SMR оснащують пасивними системами охолодження, які не потребують зовнішнього живлення, тому навіть при аварійній зупинці реактора не відбувається розплавлення активної зони.

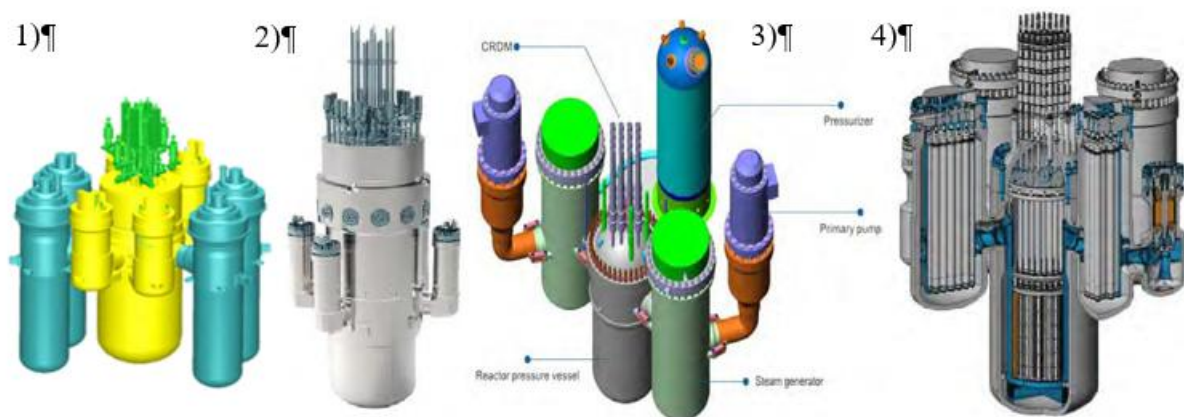


Рисунок 1 — Приклади SMR: 1) KLT-40S; 2) RITM-200; 3) ACPR50S; 4) VBER-300 [4]

Основними перевагами атомної енергії у судноплавстві є: нульові прямі викиди вуглецю, що повністю відповідає оновленій стратегії ІМО щодо декарбонізації морського транспорту [2]; надзвичайно велика тривала автономність, яка дозволяє працювати роками без дозаправки; енергетична стабільність — ядерне паливо не підпадає під коливання

світових цін на нафту; зменшення експлуатаційних витрат у довгостроковій перспективі завдяки рідкісним технічним зупинкам та низькій вартості енергії за МВт-год.

На практиці потенціал цих технологій доведений. Так, атомні криголами «Arktika», «Sibir» та «Ural», оснащені реакторами РИТМ-200, продемонстрували можливість безпечної експлуатації в екстремальних умовах протягом десятиліть [5]. Ці судна здатні проплавляти льодові поля товщиною до трьох метрів без необхідності дозаправки, а їхній рівень радіаційної безпеки не перевищує фоновий рівень звичайного міського середовища.

Сьогодні ведуться розробки щодо адаптації реакторів SMR до контейнеровозів, танкерів і круїзних лайнерів, що потенційно дозволить створити флот, який стане повністю незалежним від викопного пального. Дослідники Bellona Foundation прогнозують, що до 2040 р. до 15% світового тоннажу може перейти на ядерну енергетику у разі, якщо будуть створені чіткі правові та екологічні стандарти [5].

Використання атомної енергії на морському транспорті є не лише технічним, але й правовим викликом. Наразі діяльність атомних суден регулюється комплексом міжнародних документів, спрямованих на гарантування безпеки екіпажу, довкілля та прибережних держав.

Одним із перших фундаментальних актів у цій сфері стала резолюція ІМО А.491(XII) — Code of Safety for Nuclear Merchant Ships (1981), яка визначає базові стандарти проектування, експлуатації, утилізації пального та контролю за радіаційною безпекою [6]. Цей документ заклав основи для створення спеціальних правил допуску атомних суден до портів і встановив вимоги до систем аварійного охолодження, біологічного захисту та процедур зупинки реактора в екстрених ситуаціях. Важливу роль відіграє і Конвенція ООН з морського права (UNCLOS, 1982), яка визнає право прибережних держав регулювати захід у свої води атомних суден з міркувань безпеки [7]. Це положення фактично створює бар'єри для цивільного ядерного флоту, адже більшість портів світу не мають сертифікованої інфраструктури для прийому суден із реакторами. Навіть технічно готові кораблі часто не допускають до швартування, що створює правову і логістичну прогалину, яка гальмує впровадження атомного флоту у цивільному секторі. Крім того, питання екологічної безпеки атомних суден регулюються міжнародними конвенціями SOLAS і MARPOL, які встановлюють вимоги до попередження забруднення моря, контролю за радіоактивними відходами та забезпечення аварійного реагування [8].

У свою чергу, Міжнародне агентство з атомної енергії (IAEA) у стандартах [9] встановлює норми для підготовки персоналу, проектування ядерних установок і зберігання відпрацьованого пального. Ці стандарти узгоджуються з морським кодексом STCW, що робить їх обов'язковими для національних морських адміністрацій.

Таким чином, правове поле використання атомної енергії на судах уже сформоване, але воно фрагментарне і неоднорідне. Для розвитку атомного судноплавства потрібне створення єдиної міжнародної ліцензійної системи, гармонізованої з нормами ІМО, IAEA та MARPOL, а також формування спеціальної інфраструктури у великих портах світу.

Одним із найскладніших аспектів атомної енергетики залишається поводження з відпрацьованим ядерним паливом (ВЯП). Його кількість у судновій енергетиці значно менша, ніж у промисловій ядерній енергетиці, однак вимоги до безпеки вищі через обмежений простір та необхідність зберігання пального на борту.

Країни з розвиненою атомною промисловістю активно впроваджують замкнений ядерний цикл, що передбачає повторне використання відпрацьованого пального після його переробки. Зокрема, Китай у 2024 р. ввів в експлуатацію демонстраційний завод з переробки пального «Проект III», який використовує технологію відділення плутонію та урану для повторного використання у нових збірках [10], що дозволяє суттєво скоротити обсяг високоактивних відходів і збільшити ефективність використання уранових ресурсів.

Одним із надійних методів зберігання відходів є вітризація — переведення радіоактивних залишків у склоподібний стан, що мінімізує ризик їхнього витоку у

довкілля. Такі матеріали залишаються стабільними протягом понад 10 000 років, не взаємодіючи з довкіллям (рис. 2) [11].



Рисунок 2 — Перший контейнер із тестовим склом заповнено на Вітризаційному заводі в Ганфорді [12]

Сучасні системи безпеки нових реакторів, у тому числі морських, мають пасивне охолодження, що не потребує електроживлення. Відтак, це робить технічно неможливим повторення сценаріїв, подібних до Чорнобиля або Фукусіми. Дослідження проведене у 2024 р. підтвердило успішне тестування китайських технологій, здатних запобігти розплавленню пального навіть при повній втраті енергії [13].

Для морських реакторів також розглядається гібридна модель зберігання: частина пального утилізується на спеціалізованих базах, інша частина зберігається у герметичних контейнерах на судні до моменту його капітального ремонту. Всі операції проводять під наглядом ІАЕА із застосуванням дистанційного моніторингу рівня радіації.

Таким чином, сучасні методи переробки та зберігання ВЯП роблять атомну енергетику не лише високоефективною, але й екологічно контрольованою системою, яка здатна забезпечити світове судноплавство енергією без шкоди для довкілля.

Використання атомної енергії на морському транспорті має низку значних переваг, що виділяють цей тип пального серед усіх інших [3]. Насамперед, атомні реактори забезпечують високу енергетичну щільність. Для порівняння: один кілограм збагаченого урану може виділити стільки ж енергії, скільки приблизно 2–3 мільйони кілограмів звичайного вугілля або пального. Це означає, що судно може долати міжконтинентальні відстані без дозаправлення протягом кількох років, що особливо важливо для військових кораблів, криголамів та дослідницьких суден [5]. Ще однією ключовою перевагою є екологічна чистота експлуатації ядерного пального. Під час роботи ядерного реактора не відбувається викидів вуглецевого газу, сірчаних окислів чи інших шкідливих речовин у атмосферу. У контексті сучасних екологічних норм, де міжнародна морська організація (ІМО) постійно посилює вимоги до скорочення викидів, атомна енергетика стає привабливою альтернативою традиційним видам пального [1]. Крім того, ядерні енергетичні установки забезпечують високу автономність морських суден. Вони не залежать від коливань ринку нафти, не потребують частих зупинок у портах, а отже – сприяють підвищенню ефективності логістики. Також ядерні судна здатні підтримувати постійну потужність незалежно від погодних умов, що є критичним фактором під час плавання в Арктиці чи бойових операцій [3].

Попри високу початкову вартість будівництва, атомні судна мають значно нижчі експлуатаційні витрати протягом усього життєвого циклу. Реактор працює 10–20 років без дозаправки, тоді як дизельні чи газові установки потребують постійного бункерування.

За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (IEA), виробництво 1 МВт·год енергії на атомному судні обходиться у 5–7 разів дешевше, ніж на суднах, що використовують мазут або LNG (табл.1). До того ж, відсутність витрат на доставку пального й скорочення екіпажу через автоматизацію систем робить такі судна економічно привабливими у довгостроковій перспективі [3]. Також атомна енергетика зменшує залежність від ринку нафти, де ціни є нестабільними. Для великих контейнеровозів або криголамів це може дати економію до 40% від загальних операційних витрат за період експлуатації [9].

Таблиця 1 — Порівняння деяких видів суднового пального

Показник	Види суднового пального		
	Дизельне пальне	LNG (скраплений природний газ)	Атомне пальне (U-235)
Енергетична щільність, МДж/кг	≈45	≈55	≈80 000 000
Викиди CO ₂	високі	середні	нульові
Автономність судна, діб	10–30	20–40	3650–7300
Вартість енергії, USD/МВт·год	≈150	≈120	≈25
Відходи	CO ₂ , NO _x , SO _x	CO ₂ , CH ₄	ВЯП (IAEA контроль)

Складено за [1], [2], [3], [4], [9], [11].

Однак, на етапі впровадження потрібні великі інвестиції в інфраструктуру: навчання персоналу, ліцензування, створення систем утилізації пального. Тому нині атомна енергетика для цивільного флоту є економічно вигідною лише у масштабних проєктах, де термін служби судна перевищує 25–30 років.

Попри переваги, технологія має і значні ризики. Перш за все, це небезпека радіаційного забруднення у разі аварії або пошкодження реактора. Навіть незначний витік радіоактивних матеріалів може призвести до тривалого екологічного лиха [11]. Також викликом є висока вартість будівництва, експлуатації та утилізації атомоходів. До того ж, потрібен спеціально підготовлений персонал і суворий контроль безпеки [14]. Крім того, відпрацьоване ядерне пальне вимагає складного зберігання й переробки, що створює додаткові витрати й ризики для довкілля. Не всі країни дозволяють заходити атомним суднам до своїх портів, тому існують правові та політичні обмеження використання ядерного пального [8].

Сьогодні знову зростає інтерес до атомного флоту. Основним напрямом розвитку є SMR — компактні, безпечні й енергоефективні установки, придатні для комерційних суден. Вони мають вищий рівень автоматизації, нижчий ризик аварій і менше пального в обороті. Розробляються також нові типи пального (торієві й високотемпературні елементи), що підвищують безпеку та спрощують утилізацію [10].

У перспективі атомна енергія може стати основою «зеленого флоту», долучившись до водневих та електричних технологій для досягнення нульових викидів [9].

Висновки. Атомна енергія відкриває нову еру для судноплавства, поєднуючи екологічну чистоту, високу енергетичну ефективність і тривалу автономність рейсів. Використання SMR дозволяє здійснювати тривалі переходи без дозаправки, підвищує безпеку та знижує залежність від викопного пального, роблячи технологію доступнішою для цивільних суден.

Попри високі початкові інвестиції, необхідність підготовки спеціалізованого персоналу та суворого контролю за безпекою, міжнародна співпраця та вдосконалення стандартів створюють реальні умови для впровадження атомної енергетики на комерційному флоті.

Таким чином, атомна енергія може стати ключовим компонентом майбутнього «зеленого флоту», забезпечуючи енергетичну незалежність, економічну ефективність,

технологічну досконалість, екологічну безпеку (внаслідок скорочення негативного впливу судноплавства на довкілля). Атомна енергія торує шлях до формування сучасного, екологічно чистого та високотехнологічного судноплавства нового покоління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fourth Greenhouse Gas Study 2020. imo.org. URL: <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/fourth-imo-greenhouse-gas-study-2020.aspx>
2. Revised Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships. imo.org. URL: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Cutting-GHG-emissions.aspx>
3. Nuclear-Powered Ships. World Nuclear Association. URL: <https://world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/transport/nuclear-powered-ships.aspx>
4. Small Modular Reactors. iaea.org. URL: <https://www.iaea.org/topics/small-modular-reactors>
5. Monthly Highlights from the Russian Arctic, August 2024. bellona.org. URL: <https://etc.bellona.org/2024/10/07/monthly-highlights-from-the-russian-arctic-august-2024/>
6. Resolution A.491(XII): Code of Safety for Nuclear Merchant Ships, 1981. imo.org. URL: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.491%2812%29.pdf>
7. United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), 1982. United Nations. URL: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf
8. SOLAS and MARPOL Conventions. imo.org. URL: <https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/default.aspx>
9. Safety and Security of Small Modular Reactors (SMRs) in Marine Applications. International Atomic Energy Agency, 2024. iaea.org. URL: <https://conferences.iaea.org/event/374/contributions/31403/>
10. Hui Zhang. China starts construction of a third demonstration reprocessing plant. International Panel on Fissile Materials, 24 грудня 2024. fissilematerials.org. URL: https://fissilematerials.org/blog/2024/12/china_starts_construction_2.html
11. Storage and Disposal of Radioactive Waste, 2025. World Nuclear Association. URL: <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/storage-and-disposal-of-radioactive-waste.aspx>
12. First container of test glass filled at Hanford's Vit Plant ans.org. URL: <https://www.ans.org/news/article-5592/first-container-of-test-glass-filled-at-hanfords-vit-plant/>
13. China tests meltdown-proof nuclear technology. South China Morning Post. URL: <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3306933/no-quick-wins-china-has-worlds-first-operational-thorium-nuclear-reactor>
14. Training and Qualification of Operating Personnel. iaea.org. URL: <https://www.iaea.org/publications/15100/the-operating-organization-and-the-recruitment-training-and-qualification-of-personnel-for-research-reactors>

ПРОБЛЕМИ ТА РИЗИКИ, З ЯКИМИ СТИКАЮТЬСЯ УЧАСНИКИ МОРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА У СФЕРІ СТРАХУВАННЯ

Іванова В. О.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: к.ю.н., доц. Краснікова О.В.

Вступ. Морське страхування є однією з найважливіших складових світової торговельної системи, що забезпечує фінансовий захист учасників морського підприємства від різноманітних ризиків. Дана галузь супроводжується низкою викликів — кліматичними змінами, технічними збоями, зростанням геополітичної напруги та цифровими загрозами. Саме це впливає на стабільність морських перевезень, рівень страхових премій та структуру страхових полісів. Відповідно до цього, морське страхування потребує постійного вдосконалення, адаптації до нових умов та впровадження інноваційних підходів до управління ризиками.

Важливим чинником розвитку морського страхування є цифрова трансформація страхових процесів, до якої можна віднести: використання штучного інтелекту, автоматизованих систем оцінки ризиків та блокчейн-технологій. Вони, у свою чергу, дають змогу скоротити час на укладення договорів, підвищити прозорість взаємин між страховиком та страхувальником, а також мінімізувати кількість шахрайських випадків.

Основна частина. Слід зазначити, що одним із найсерйозніших викликів сучасного морського страхування є вплив кліматичних змін. За даними аналітичного ресурсу BeInsure, зростання частоти й інтенсивності екстремальних погодних явищ — таких як урагани, шторми, тайфуни та підвищення рівня моря — призводить до збільшення збитків у морській галузі, що, у свою чергу, впливає на розмір страхових премій і виплат [1].

Операційні проблеми залишаються одним із найпоширеніших джерел страхових випадків у морській галузі. Серед них — поломки обладнання, двигунів, а також механічні дефекти суден, які можуть спричиняти затримки перевезень або повні втрати судна. На думку Broudin R. та Khanna R. саме машинні несправності становлять одну з основних причин звернення до страхових компаній у сфері морських виплат [1]. Подібної думки дотримуються й експерти порталу InsuranceBiz, які підкреслюють, що значна частина аварій виникає через технічні зброї, які можна було б попередити належним технічним обслуговуванням [2].

Не менш важливою є проблема неякісного пакування вантажів, неналежного зберігання та порушення правил під час вантажно-розвантажувальних робіт. Як свідчить у своєму дослідженні Ndlovu S., такі недоліки часто стають причиною часткових або повних втрат товарів, при цьому не всі страхові поліси покривають подібні випадки. Це створює фінансову невизначеність для підприємств, що займаються морським перевезенням [2].

Складність міжнародного морського страхування зумовлена різницею в національних законодавствах, що регулюють страхову діяльність і відповідальність сторін. Як зазначає M. Masum Billah, ця відмінність у правових системах часто призводить до конфліктів юрисдикцій і правової невизначеності, особливо у випадках страхування суден, що курсують між різними країнами [3].

Крім того, міжнародні організації, такі як ІМО, постійно оновлюють вимоги щодо безпеки та відповідальності, що потребує регулярного перегляду страхових полісів. За даними First Policy Insurance Brokers [4], зміни у міжнародних конвенціях створюють додаткові витрати для страхувальників, оскільки вони змушені адаптувати свої договори до нових стандартів.

Морська галузь є надзвичайно чутливою до геополітичних подій. Торгові санкції, військові конфлікти, блокади портів і зміни в міжнародних торгових маршрутах суттєво впливають на страхову діяльність. Як наголошує страховий аналітик Ndlovu S., політична нестабільність у прибережних регіонах і загроза військових дій призводять до значного

зростання страхових ставок, особливо на ринках із високим рівнем ризику, таких як Чорне море [2].

Слід звернути увагу на те, що у контексті війни в Україні питання страхування суден, що заходять до українських портів, стало предметом міжнародної уваги. Нині морська справа в Україні перебуває у складному становищі, яке спричинено повномасштабною війною, тому розвиток морського страхування відбувається в умовах трансформації.

За останні три місяці росіяни здійснили майже 60 атак по портах, цивільних суднах і зерносховищах на півдні України — пошкоджені або знищені майже 300 об'єктів портової інфраструктури, 177 транспортних засобів і 22 цивільні судна. Постраждали 79 людей, серед яких працівники портів, логістичних компаній та екіпажі суден [5].

Цікавим є факт, що для тих судноплавних компаній, які приймають рішення працювати з портами України існує перелік ризиків, з якими вони фактично можуть зіштовхнутися, відповідно капітан судна повинен видати гарантійний лист про те, що Капітан/Власники несуть повну відповідальність за будь-які збитки, втрати через військовий стан, напади, мінування тощо, а відшкодування має бути організовано відповідно до положень Указу Кабінету Міністрів України від 26 травня 2023 р. № 548 [6].

Додатковим викликом є проблема піратства та незаконного захоплення суден, особливо в районах Африканського Рогу та Малаккської протоки. Такі випадки, як зазначається в дослідженні на InsuranceBiz, хоча й частково покриваються полісами, часто вимагають окремих надбавок або додаткового страхування відповідальності.

Постійне зростання страхових премій є одним із головних наслідків загального підвищення ризиків у галузі. Як відзначають Broudin R. та Khanna R., підвищення кліматичних, політичних і технічних ризиків призводить до збільшення витрат на страхування, що негативно позначається на фінансових показниках судноплавних компаній [1].

Окрім того, перебої у глобальних ланцюгах постачання, затримки рейсів і вимушені зміни маршрутів — усе це створює додаткові витрати, які не завжди покриваються страховими договорами [4]. Такі ситуації можуть призводити до істотних фінансових втрат, особливо для компаній, що працюють із швидкопсувними або високовартісними товарами.

Останніми роками до традиційних ризиків додалися й нові — пов'язані з цифровізацією морських операцій. Кібербезпека стає однією з ключових проблем, оскільки сучасні судна та порти дедалі більше залежать від автоматизованих систем управління. Як зазначається у дослідженні групи вчених, кіберзагрози можуть спричинити як фінансові втрати, так і фактичне виведення судна з експлуатації [7].

Також значну небезпеку становлять екологічні ризики, які впливають на стабільність та безпеку діяльності суб'єктів морського транспорту в цілому. Вони, у свою чергу, охоплюють широкий спектр подій починаючи від забруднення морського середовища внаслідок аварій суден закінчуючи впливом кліматичних змін, екстремальними погодними явищами тощо.

Часто проблемою для страховальників є обмеження, встановлені страховими компаніями. Як зазначає First Policy Insurance Brokers, багато полісів не покривають певні ризики — наприклад, затримки доставки, військові дії, неправильне пакування чи форс-мажорні обставини. Це створює прогалини у страховому захисті, які можуть призвести до непередбачуваних збитків [4].

Висновки. Водночас швидкий розвиток цифрових технологій змінює підходи до оцінки ризиків і розрахунку премій. Проте, як підкреслюють експерти, відсутність усталених методик аналізу цифрових ризиків створює додаткову невизначеність для ринку морського страхування.

Отже, спираючись на все вищезазначене, можна стверджувати, що сучасна система морського страхування стикається з багатовимірних проблем, що поєднують технічні,

правові, економічні, кліматичні та цифрові виклики. Зростання частоти екстремальних погодних явищ, ускладнення міжнародного правового регулювання, вплив геополітичних криз і кіберзагроз — усе це вимагає від страхових компаній гнучкішого підходу до управління ризиками та розроблення інноваційних страхових продуктів. Водночас морські підприємства повинні удосконалювати внутрішні системи ризик-менеджменту, підвищувати рівень технічної безпеки суден і впроваджувати цифрові технології для моніторингу ризиків у реальному часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Broudin R., Khanna R. Marine & cargo insurance market : top causes of claims in marine insurance. Publ. 2024. BeInsure. URL : <https://beinsure.com/global-marine-insurance-market-outlook/>
2. Ndlovu S. Marine insurance trends and challenges. Publ. 23/05/2025. Ел. ресурс — InsuranceBiz. URL : <https://insurancebiz.co.za/news/non-life/marine-insurance-trends-and-challenges.html>
3. M. Masum Billah. Effects of insurance on maritime liability law : a legal and Economic analysis. Springer, Cham., 2014. 210 p. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-319-03488-1_8
4. Top Challenges in Marine Insurance for Exporters and Importers in 2025. Publ. 01/04/2025. First Policy Insurance Brokers – site of broking company in India. URL : <https://firstpolicy.com/top-challenges-in-marine-insurance-for-exporters-and-importers-in-2025/> (дата звернення: 28.10.2025).
5. Через російські атаки вартість страхування суден, які проходять через Чорне море, знову зросла. FORINSURER. URL : <https://forinsurer.com/news/24/10/14/44290>
6. Про затвердження Порядку надання гарантій компенсації шкоди, заподіяної внаслідок збройної агресії російської федерації проти України та воєнних дій на території України, фрахтувальникам, операторам та/або власникам морських суден та суден внутрішнього плавання, що ходять під прапором України та під прапорами іноземних держав : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.05.2023 № 548. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/548-2023-п#Text> (дата звернення: 29.10.2025).
7. Caprolu M., Di Pietro M., Lombardi F. Vessels cybersecurity : issues, challenges, and the road ahead. Publ. 04/03/2020. Ел. ресурс — arXiv:2003.01991 (arXiv preprint). DOI : <https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.01991>

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА БАЛКЕРАМИ ВІДПОВІДНО ДО GRAIN CODE

Катречко Д. В.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.е.н., доц., Стовба Т.А.*

Вступ. Зернові вантажі становлять понад 10% світових морських перевезень та мають стратегічне значення для забезпечення глобальної продовольчої безпеки [1]. За оцінками Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) у 2024/25 маркетинговому році світове виробництво зерна склало 2 853 млн. тонн, тоді як споживання перевищило 2 875 млн. т, що призвело до скорочення кінцевих запасів на 2% — до 865 млн. т [2]. Так, у першому півріччі 2025 року Україна експортувала 5,76 млн. т пшениці, з яких найбільші обсяги отримали Єгипет (22,7% загального експорту), Алжир (21,2%) та Іспанія (15,2%). Кукурудза переважно постачалася до Туреччини (32,7%), Італії (11,8%) та Іспанії (10,4%) [3].

Низка країн критично залежить від імпорту зернових. За даними ініціативи Grain from Ukrain у 2025 р. понад 280 тис. т гуманітарної продовольчої допомоги було відправлено до найбільш вразливих країн світу, серед яких Сирія (4 400 т пшеничного борошна, яке може забезпечити 59 тис. людей або 0,35% населення країни, протягом 6 місяців), Мозамбік (415,9 т олії) та Палестина (553 т борошна). Наступні поставки плануються до Бангладешу, Чаду, Пакистану та знову до Сирії та Мозамбіку [4].

За оцінками Всесвітньої продовольчої програми ООН у світі десятки країн залишаються у стані гострої продовольчої кризи — мільйони людей потребують термінової допомоги зерном та іншими базовими продуктами. Масштаби проблеми вимірюються мільйонами тонн, необхідних для покриття дефіциту, та охоплюють понад 50 країн, де внутрішнє виробництво не здатне задовольнити базові потреби населення [5].

Міжнародна морська організація (International Maritime Organization, IMO) розробила Міжнародний кодекс з безпечного перевезення зерна навалом (International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk, скорочено Grain Code), прийнятий резолюцією MSC.23(59), є обов'язковим згідно з розділом VI Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі (SOLAS) з 1 січня 1994 р. [6].

Grain Code встановлює низку конкретних вимог, яких мають дотримуватись судна при транспортуванні зернових вантажів, а саме:

- забезпечення достатньої остійності судна під час перевезення зерна навалом (мінімальна метацентрична висота (GM) має становити не менше 0,30 м для суден дедвейтом понад 10 000 т);
- наявність на борту документа про відповідність та керівництва з навантаження зерна (Grain Loading Manual, Grain Stability Certificate);
- правильне розміщення та закріплення вантажу для запобігання його зсуву під час качки (використання шифтінгбордсів, мішкування, бандлінгу, строппінгу та ін. способів, які стабілізують вантаж);
- дотримання допустимих рівнів заповнення трюмів і відсіків (оптимальний рівень залежить від типу зерна, конструкції судна та забезпечення остійності);
- проведення інспекцій та перевірок перед завантаженням і під час рейсу (перевіряється чистота трюмів, герметичність люків, справність вентиляції, відсутність залишків попереднього вантажу тощо);
- заходи щодо запобігання впливу вологи та самонагріванню зерна (включають нічну вентиляцію, контроль температури, герметичні люкові закриття, моніторинг вологості).

Порушення вимог Grain Code призводять до зниження остійності судна, ризику кренування, псування вантажу, отримання збитків тощо. Навіть незначні відхилення від технології, особливо на балкерах дедвейтом понад 70 000 т, можуть спричинити серйозні

проблеми: від затримок у портах до претензій від вантажовласників. Саме тому вивчення специфіки перевезення зерна є актуальним і має практичну цінність.

Метою роботи є аналіз процесу перевезення зернових вантажів балкерами відповідно до Grain Code та висвітлення практичних аспектів, з якими стикається екіпаж у реальних умовах експлуатації.

Основна частина. Особливістю зернових вантажів є їхній великий обсяг та вага. Це вимагає особливих умов перевезення та врахування динаміки навантаження на судно, щоб забезпечити його остійність та безпеку під час транспортування. Додатково, зернові вантажі чутливі до впливу довкілля — вологі та температурних змін, що важливо для збереження якості та ринкової цінності продукту. Отже, врахування особливостей перевезення зернових вантажів не тільки підвищує ефективність логістичних процесів, але й визначає успішність та безпеку міжнародної торгівлі цими важливими сільськогосподарськими культурами.

За даними ІМО та аналітики International Grain Council, значна частина інцидентів із балкерами, що перевозять зерно, пов'язана із порушенням технології завантаження, неналежним закріпленням вантажу та недотриманням вимог Grain Code. Такі порушення призводять до втрати остійності судна, пошкодження вантажу та підвищення ризику аварій у складних погодних умовах [6].

Зокрема, остійність визначається не тільки фізичними характеристиками судна, але й умовами довкілля. Розглянемо приклади деяких морських інцидентів, які трапились у світі при перевезенні зернових вантажів.

Судно Derbyshire, яке перевозило зернові та вугільні вантажі, у 1983 році зникло безвісти під час тайфуну у південно-східному районі Азіатсько-Тихоокеанського регіону. Результати розслідувань вказали на низку факторів, що призвели до нестабільності та перекидання судна. Один із головних чинників — неправильне розташування та закріплення зернового вантажу, що вплинуло на центр тяжіння та остійність судна. Цей приклад вказав на необхідність суворого дотримання правил та процедур при завантаженні зернових вантажів [7].

MV Maranui 13 червня 1968 р. виконувало перехід з Лайтінгтона до Окленда з 900 т пшениці на борту. Внаслідок сильного шторму відбувся зсув зерна й судно швидко набрало крен. Через відсутність перегородок крен став некерованим і судно затонуло. Дев'ять членів екіпажу загинули. Інцидент продемонстрував ризики перевезення насипних зернових у неперегороджених трюмах, підкреслив необхідність застосування засобів проти зсуву вантажу [8].

У серпні 2021 р. MV Sea Bird сіло на рифи в Егейському морі та затонуло. На борту було 7 000 т української пшениці, що прямувала до Тунісу. Зерно втрачене. Інцидент засвідчив ризики навігації в складних районах і необхідність контролю за маршрутом при перевезенні великих партій зерна [9].

Наведені приклади наголошують на важливості дотримання сучасних стандартів безпеки, а також необхідності постійного вдосконалення процесів завантаження та розвантаження зернових вантажів задля забезпечення оптимальної остійності суден та запобігання нещасним випадкам. Вони підтверджують, що дотримання вимог Grain Code є критично важливим для запобігання аваріям, збереження вантажу та безпеки екіпажу.

Розглянемо фактори, що впливають на остійність балкерів:

1. Завантаження та розташування зернових вантажів: рівномірний розподіл та правильне завантаження зерна впливає на центр тяжіння та остійність судна, що є ключовим чинником для забезпечення оптимальної остійності.

2. Погодні умови: сильний вітер, хвилі та несприятливі погодні умови можуть викликати коливання судна та впливати на його остійність, особливо під час морських штормів.

3. Технічні характеристики судна: конструкція корпусу, форма судна та наявність спеціальних систем стабільності визначають його остійність та здатність витримувати

різні умови плавання.

4. Центр тяжіння та метацентрична висота: оптимальне розташування центру тяжіння та GM сприяє покращенню остійності судна.

5. Розмір та конфігурація трюмів: дизайн та параметри трюмів можуть впливати на рівновагу та остійність судна під час завантаження та вивантаження зернових вантажів.

6. Системи керування остійністю: наявність та ефективність систем автоматичного керування стабільністю грають важливу роль у збереженні оптимальної остійності судна в різних умовах.

7. Навігаційні умови та маршрут: на остійність може впливати навіть маршрут плавання; урахування гідрографічних особливостей та ризиків допомагає уникнути несприятливих умов для судна.

8. Зміна маси вантажу під час переходу: зміна маси вантажу, впливає на остійність судна.

Отже, дотримання вимог щодо остійності є критичним для гарантування безпеки та ефективності транспортування зернових вантажів, що вимагає уважного вивчення умов перевезення та постійного покращення технічних та оперативних заходів на морських судах. Міжнародний кодекс з безпечного перевезення зерна навалом встановлює обов'язкові вимоги до суден, які здійснюють транспортування зернових вантажів. Ці вимоги спрямовані на забезпечення остійності судна, запобігання зсуву вантажу та мінімізацію ризиків під час рейсу (рис.1):

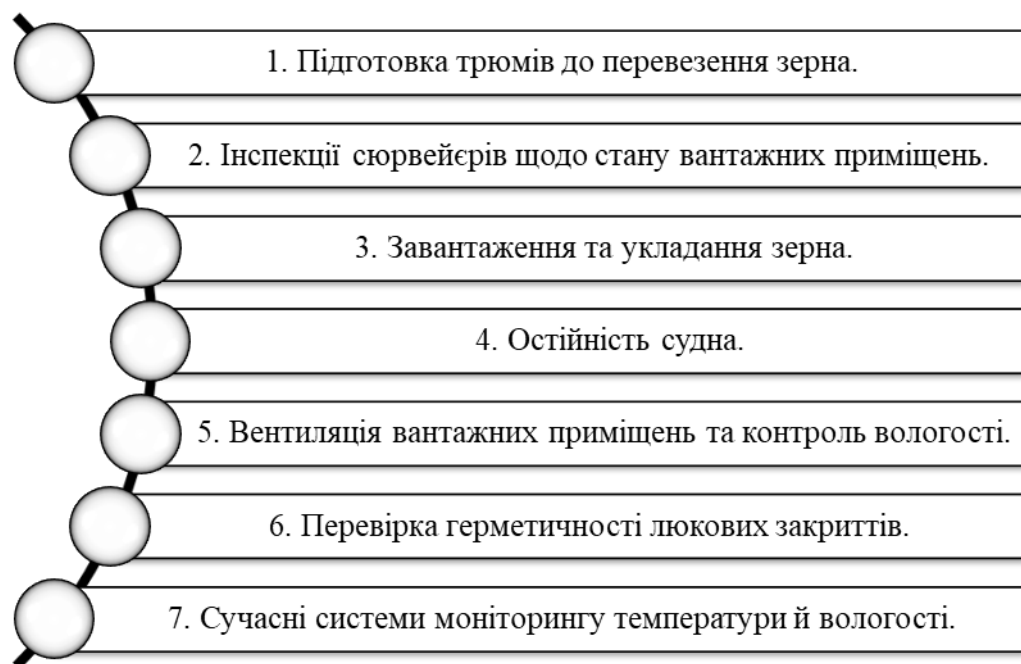


Рисунок 1 — Вимоги до суден, які перевозять зернові вантажі за Grain Code

1. Підготовка трюмів. Перед завантаженням зерна необхідно забезпечити повну чистоту вантажних приміщень. На практиці траплялися випадки, коли перед зерновим рейсом доводилось очищати трюми після перевезення металобрухту або вугілля, що займало кілька діб: від видалення залишків попереднього вантажу до ретельного миття та просушування вантажних приміщень. Сюрвейери нерідко повертали екіпаж на додаткове прибирання трюмів, оскільки навіть невеликі залишки бруду могли стати причиною відмови у завантаженні.

2. Інспекції сюрвейерів. Перед кожним завантаженням відбувається ретельна перевірка трюмів (Hold Inspection). Будь-який запах, іржа або залишки пилу можуть стати причиною відмови у завантаженні. Трапився випадок, коли сюрвейер тричі оглядав один із трюмів через наявність залишків вугільного пилу і лише після останнього прибирання

судно отримало дозвіл на завантаження.

3. Завантаження та укладання зерна. Однією з вимог Grain Code є рівномірний розподіл зерна у трюмах для забезпечення остійності судна. Використовують такі основні види штівки поверхні: (1) рівна штівка — забезпечує рівномірний тиск на борти, зменшує ризик зсуву зерна, але потребує більше часу на формування, (2) конусоподібна штівка — виконується швидше, ніж попередня, але створює нерівномірний тиск і підвищує ризик просідання від вібрації корпусу і хитами судна, (3) комбінована штівка — поєднує переваги двох попередніх методів; застосовується при змішаних партіях зерна. На практиці автору часто доводилось контролювати формування «рівної поверхні» за допомогою спеціальних розподільних жолобів і навіть вручну, аби уникнути просідання зерна під час рейсу.

Наразі у Grain Code є три офіційні схеми завантаження зерна до кожного трюму, щоб запобігти небезпечного крену при зсуві вантажу: (1) Full hold, trimmed ends, (2) Full hold, untrimmed ends, (3) Partly filled hold [10].

Оскільки рівна штівка трудомістка, її не завжди виконують. Коли операція не проводилась у частково заповнених трюмах, фактичні порожнечі на кінцях більші. Тому фактичний момент зсуву зерна буде більшим. Щоб вирішити цю проблему у Grain Code введено нову поправку — четверту допустиму схему навантаження: частково заповнений трюм, біля отвору люка, закінчується ends untrimmed [10].

Зазначені зміни до Grain Code набувають чинності з 1 січня 2026 р. для новозбудованих суден з кілем, закладеним на цю дату або пізніше. Для суден, побудованих до 1 січня 2026 р., але ще не зданих в експлуатацію, власнику рекомендовано впроваджувати Grain Code з поправками для забезпечення їхнього безпечного функціонування. Очікується, що з 2026 р. інспектори у великих портах-експортерах зерна приділятимуть підвищену увагу саме цій схемі завантаження [10].

Необхідність впровадження такого оновлення для існуючих суден залежатиме переважно від вантажомісткості судна, його максимальної осадки та ПНО зерна, що перевозиться. Таке оновлення може бути не потрібним, якщо судно може постійно повністю завантажувати всі трюми без перевищення максимальної осадки вантажної марки, або рідко стикається з схемою повного завантаження, при якому один трюм є частково заповненим у межах люка [10].

4. Остійність судна. Grain Code регламентує мінімально допустимі значення метацентричної висоти – для більшості балкерів дедвейтом понад 10 000 т цей показник має бути не менше 0,30 м після завантаження зерна, що запобігає небезпечному кренуванню судна через зсув вантажу. У реальних умовах при підготовці розрахунків у вантажній комп'ютерній системі (Cargo Loading Computer) враховувались коефіцієнти просідання зерна. Наприклад, для пшениці цей коефіцієнт становить близько 0,75, для кукурудзи – 0,80.

5. Вентиляція та контроль вологості. Одним із найбільших викликів при перевезенні зерна є уникнення конденсату та самонагрівання вантажу. У тропічних широтах необхідно включати вентиляцію у нічний час, коли температура зовнішнього повітря є нижчою за температуру вантажу. Через несвоєчасне відкриття люків зерно починає виділяти характерний запах самонагрівання, що може призвести до втрати частини вантажу.

6. Перевірка на герметичність люкових закриттів. Grain Code вимагає повної ізоляції трюмів від потрапляння вологи. На одному з рейсів після шторму в Середземному морі сюрвейєри виявили намокання верхнього шару зерна через пошкоджені гумові прокладки люків. Це стало підставою для претензії від чартера на суму близько 15 000 USD. Після проведення експертизи та підтвердження штормових умов відповідальність було розділено між судовласником та страховою компанією.

7. Сучасні системи моніторингу стану вантажів. На новітніх балкерах використовують електронні датчики температури й вологості, дані з яких екіпаж передає

судновласнику та вантажоодержувачу щонайменше двічі на добу — вранці та ввечері, а у тропічних широтах — кожні 6 годин. Така автоматизація дозволяє вчасно реагувати на зміни стану вантажу та уникати значних втрат.

Висновки. Перевезення зернових вантажів балкерами вимагає суворого дотримання вимог Grain Code. Практика показує, що найбільші труднощі виникають під час підготовки трюмів, забезпечення вентиляції та контролю вологості. Недотримання цих правил може призвести не лише до псування вантажу та зниження остійності судна, але й до значних економічних втрат. Йдеться про прямі збитки від втрати товарної якості зерна, які у випадку навіть кількох відсотків пошкодженого вантажу на судні дедвейтом 70 000 т можуть становити десятки тисяч доларів США, а при повному псуванні партії сягати мільйонних збитків. Додатково виникають претензії та штрафи від вантажовласників і чартерів, витрати на утилізацію або продаж пошкодженого зерна за зниженою ціною, збільшення портових зборів через затримки, а також підвищення страхових премій у наступних рейсах. У деяких випадках наслідком стає зрив контрактів і скасування довгострокових угод.

Власний досвід автора підтверджує, що уважність екіпажу, тісна співпраця із сюрвейєрами та постійний моніторинг стану вантажу є ключовими факторами безпечного та ефективного транспортування зерна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. UNCTAD, Review of Maritime Transport (структура світових морських перевезень за видами вантажів). unctad.org. URL: <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2023>
2. FAO, Cereal Supply and Demand Brief (глобальні баланси зернових, 2024/25). fao.org. URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>
3. УЗА опублікувала рейтинг найбільших імпортерів української агропродукції у 2024/25 МР. elevatorist.com. URL: <https://elevatorist.com/novosti/20756-uza-pokazala-reyting-naybilshih-importeriv-ukrayinskoyi-agroproduktsiyi-u-2024-25-mr>
4. Grain from Ukraine: країна відправила понад 280 тисяч тонн гуманітарної допомоги у 2025 році. landlord.ua. URL: <https://landlord.ua/news/grain-from-ukraine-krayina-vidpravyla-ponad-280-tysyach-tonn-gumanitarnoyi-dopomogy-u-2025-roczy/>
5. World Food Programme. WFP 2025 Global Outlook. Rome: WFP, 2025. wfp.org. URL: <https://www.wfp.org/publications/wfp-2025-global-outlook>
6. International Maritime Organization. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk (International Grain Code). imo.org. URL: <https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/grain-code.aspx>
7. MV Derbyshire: Remembering largest British ship ever lost at sea. safety4sea. URL: <https://safety4sea.com/cm-mv-derbyshire-remembering-largest-british-ship-ever-lost-at-sea/>
8. 1968: Maranui sinks. maritimeradio.org. URL: <https://maritimeradio.org/in-distress/1968-maranui-sinks/>
9. Біля Криту затонуло судно з 7 тис. тоннами української пшениці. lb.ua : веб-сайт. URL: https://lb.ua/world/2021/08/28/492690_bilya_kritu_zatonulo_sudno_z_7_tis.html
10. Поправки до Міжнародного кодексу безпечного перевезення зерна насипом. DNV. URL: <https://www.dnv.com/news/2025/amendments-to-the-international-code-for-the-safe-carriage-of-grain-in-bulk/>

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВОДНИМ ТРАНСПОРТОМ

Півненко Д. В.

Одеський національний морський університет

Науковий керівник: к.е.н., доц. Михайлова Ю. В.

Вступ. У ХХІ столітті трансформація глобальної транспортної системи набирає безпрецедентних темпів. Цифровізація, автоматизація, електрифікація, штучний інтелект — всі ці технологічні тренди проникають у різні види транспорту.

Зокрема водний пасажирський транспорт, часто сприйнятий як традиційний і малоінноваційний сектор, сьогодні стає одним із важливих фронтів модернізації. Пасажирські водні перевезення забезпечують мобільність населення, розвиток туристичних маршрутів, зв'язок між островами, береговими районами, містами з акваторіями, і можуть стати ключовим елементом мульти-модальної транспортної системи.

Водночас звичні пороми та човни мають суттєві обмеження: високі витрати на паливо та екіпаж, викиди CO₂ та інших шкідливих речовин, залежність від погодних умов і видимості, менш гнучкі маршрути. Ці фактори прискорюють появу інновацій — систем машинного зору, автономного керування, дистанційного моніторингу, електричних або батарейних приводів, «розумних» мереж водної мобільності.

У даному дослідженні здійснюється комплексний огляд: по-перше, інтеграція штучного інтелекту та машинного зору у пасажирські водні судна; по-друге, розвиток дистанційно керованих, автономних, електричних пасажирських поромів; по-третє, детальний аналіз викликів — технічних, нормативно-правових, інфраструктурних, соціальних — а також перспективних сценаріїв розвитку, зокрема в міському водному середовищі. Цей підхід дозволяє побачити не лише технологічні новації, але й їхні практичні наслідки для мобільності, екології, економіки та стійкості.

Основна частина. Водний пасажирський транспорт сьогодні вступає у фазу активної технологічної перебудови. Одним із провідних напрямків є використання систем машинного зору й штучного інтелекту для підвищення безпеки і навігаційної ефективності. Наприклад, дослідники проєкту Autoferry (Norwegian University of Science and Technology, NTNU) описують, що створили автономний пасажирський пором-прототип, який використовує багатосенсорні системи (камери, LiDAR, радар), високоточну навігацію GNSS, резервні системи позиціонування та алгоритми ухилення від зіткнень [3].

У місті Гельсінкі компанія Callboats тестує автономні електричні водні таксі-пороми, які працюють за вимогою через мобільний додаток, з батарейними приводами та сонячними панелями на даху. Судна оснащені електродвигунами, акумуляторами ~60 кВт·год та керуються дистанційно, з мінімальною присутністю екіпажу [1].

Ключовим прикладом комерційного впровадження стало судно MF Estelle у Стокгольмі — автономний електричний пасажирський пором, створений компанією Zeabuz, що працює між островами без екіпажу, використовуючи 5G, IoT-системи, алгоритми автономії і електропривід [6; 8].

У Норвегії оператор Fjord1 замовив чотири повністю батарейні автономні пороми для перевезення автомобілів і пасажирів, які мають вийти в експлуатацію до 2026-2028 рр. з високою ступінню автономності [5].

Німецький портовий оператор Nadag у Гамбурзі впроваджує AI-платформу для управління графіками електропоромів, оптимізації заряджання батарей, зниження енергоспоживання та покращення сервісу пасажирів [4].

Разом із технологіями, дослідження також звертають увагу на соціальні та організаційні аспекти. Наприклад, дослідження «User Experience of Passengers on Board an Autonomous Ferry» надано аналітику ставлення пасажирів до автономних водних

перевезень, показавши, що довіра до систем автономії, зрозумілість алгоритмів та наявність «людини-супервайзера» на початковому етапі мають велике значення [7].

У сфері енергетики та екології справжнім проривом є проекти, які поєднують електропривід і водний транспорт. Наприклад, пором MV Ampere (Норвегія) — перший автомобільний пором із батарейним приводом, який уникнув мільйона літрів дизеля щороку та знизив викиди CO₂ на сотні тонн. Також пором E ferry Ellen у Данії, що може перевозити 30 транспорту і 200 пасажирів, показав, що незважаючи на 40 % більші капітальні витрати, експлуатаційні витрати на ~75 % нижчі, а викиди CO₂ вирізняються суттєво.

Ці приклади демонструють, що водний пасажирський транспорт вступає у нову фазу — не лише модернізації існуючих суден, але й побудови нових типів суден, мереж, цифрових екосистем.

Проте одночасно існує низка серйозних викликів. Нормативно-правова база для автономних ролей суден, дистанційного керування та безекіпажної роботи ще формується — міжнародні організації, зокрема International Maritime Organization (IMO), проводять аналіз масштабів регулювання автономності [7].

Інфраструктурно, водні маршрути потребують адаптованих причалів, зарядної інфраструктури, систем моніторингу, інтеграції з наземним транспортом.

Економічно початкові інвестиції значні, хоча потенціал економії в довгостроковій перспективі великий. Наприклад, автономні батарейні пороми мають показники витрат, які ще не повністю враховані у всіх системах.

Технологічно — автономні системи навігації для води включають складні завдання: хвилі, течії, інші судна, пішохідні човни, нестабільна видимість.

Дослідження з моделювання «Adaptive Stress Testing» для автономних поромів говорять про необхідність ретельного підтвердження надійності алгоритмів.

З огляду на ці фактори, водний пасажирський транспорт має перспективу стати одним із ключових елементів «розумної мобільності» у містах і регіонах — особливо там, де є водна акваторія, острови, канали чи річкові системи. Він може зменшити навантаження на дороги, забезпечити комфортні альтернативи, інтегруватись із громадським транспортом, туристичними потоками, але для цього потрібне виважене поєднання технологій, регуляторики, інфраструктури та бізнес-моделей [10].

Висновок. Сучасні тенденції розвитку пасажирських перевезень водним транспортом свідчать про активний перехід галузі до якісно нового технологічного рівня. Інтеграція штучного інтелекту, автоматизованих систем управління та екологічних джерел енергії стає не просто інновацією, а необхідною умовою подальшого функціонування водного транспорту в умовах глобальної конкуренції та екологічних викликів.

Автономні судна, дистанційно керовані пороми та електричні човни демонструють значний потенціал у підвищенні безпеки та надійності перевезень. Завдяки системам машинного зору, навігаційним алгоритмам і штучному інтелекту зменшується ризик людських помилок, забезпечується ефективно керування рухом навіть у складних погодних умовах, а також оптимізується витрата енергії. Це сприяє не лише зниженню експлуатаційних витрат, але й підвищенню комфорту пасажирів.

Не менш важливим є екологічний аспект. Використання електричних або гібридних приводів дозволяє зменшити шкідливі викиди, шум і вібрацію, що особливо актуально для густонаселених прибережних зон і туристичних маршрутів. Такі рішення підтримують європейські та світові програми декарбонізації транспорту, відповідаючи цілям сталого розвитку ООН.

Впровадження «розумних» міських маршрутів на базі автономних і електричних суден відкриває нові можливості для урбаністичної мобільності. У містах, розташованих біля водойм, водний транспорт може стати повноцінною альтернативою наземним видам перевезень, зменшуючи затори, навантаження на дороги й час у дорозі. Крім того,

розвиток цифрових платформ керування маршрутами, продажу квитків та обслуговування пасажирів інтегрує водний транспорт у єдину міську транспортну систему.

Однак для повноцінного переходу до нової моделі водних перевезень необхідно вирішити низку питань. Передусім — удосконалення нормативно-правової бази, яка б визначала статус автономних суден, відповідальність операторів і вимоги до систем безпеки. Важливо також забезпечити підготовку фахівців, здатних обслуговувати та контролювати складні автоматизовані системи, і створити інфраструктуру для заряджання електричних суден.

Майбутнє пасажирського водного транспорту — це симбіоз технологій штучного інтелекту, автоматизації, цифровізації та відновлюваної енергетики, які формують нове покоління безпечних, екологічних і ефективних суден. У найближчі десятиліття саме ці фактори визначатимуть конкурентоспроможність галузі, сприятимуть сталому розвитку міст і підвищенню якості життя людей. Отже, водний транспорт поступово перетворюється з традиційного виду перевезень на високотехнологічну, «розумну» систему мобільності, що відповідає вимогам XXI століття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World's First Passenger Fast Ferry Equipped with Machine Vision Unveiled. The marine executive. URL: <https://maritime-executive.com/corporate/world-s-first-passenger-fast-ferry-equipped-with-machine-vision-unveiled>
2. ABB enables groundbreaking trial of remotely operated passenger ferry. ABB Group. URL: <https://new.abb.com/news/detail/11632/abb-enables-groundbreaking-trial-of-remotely-operated-passenger-ferry>
3. ZAWAS — Rethinks City Mobility with Green Autonomous Passenger Ferries. Business Norway. URL: <https://businessnorway.com/articles/zawas-rethinks-city-mobility-green-autonomous-passenger-ferries>
4. World's first commercial autonomous electric passenger ferry has been launched in Stockholm. Clean Energy Islands. URL: <https://clean-energy-islands.ec.europa.eu/news/worlds-first-commercial-autonomous-electric-passenger-ferry-has-been-launched-stockholm>
5. Autoferry — Autonomous Electric Ferry for Urban Transport. Norwegian University of Science and Technology (NTNU). URL: <https://www.ntnu.edu/digital-transformation/autoferry>
6. Autonomous ferry completes pilot in Stockholm. Smart Maritime Network : веб-сайт. URL: <https://smartmaritimenetwork.com/2024/03/22/autonomous-ferry-completes-pilot-in-stockholm>
7. Regulatory Scoping Exercise for Maritime Autonomous Surface Ships. International Maritime Organization (IMO). URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Autonomous-shipping.aspx>
8. ABB Tests Remote-Controlled Passenger Ferry in Finland. MarineLink : веб-сайт. URL: <https://www.marinelink.com>
9. Successful demonstration test of autonomous ship navigation. Mitsui O.S.K. Lines. URL: <https://www.mol.co.jp/en/pr/2023/pressrelease.html>
10. China and Singapore advance autonomous vessel projects. Port Technology International. URL: <https://www.porttechnology.org/news/china-and-singapore-advance-autonomous-vessel-projects>

ПРОФОРМИ ЧАРТЕРІВ ЯК ДІЄВА АЛЬТЕРНАТИВА КОНВЕНЦІЙНОМУ РЕГУЛЮВАННЮ ІНСТИТУТУ ФРАХТУВАННЯ СУДЕН

Савельєва О. О.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: к. ю. н. Вишневський В. Л.

Вступ. Перевезення товарів морськими шляхами неможливо уявити без інституту фрахтування суден. Договір фрахтування вважається однією з найстаріших форм договірних відносин у сфері транспортних перевезень. Практика укладення таких договорів, відомих як чартер-партія, бере свій початок ще з часів середньовіччя. В перекладі з латинської мови *charta partita* означає «розділений документ». Така назва договору походить від специфічного способу його оформлення: текст угоди наносили на один аркуш, який після підписання сторонами розривали навпіл. Одну частину зберігав перевізник (фрахтівник), іншу — вантажовідправник (фрахтувальник). У разі виникнення спору або необхідності підтвердження автентичності документа, сторони могли зіставити краї розрваного аркушу — вони мали збігатися, — і таким чином підтверджували справжність договору [1].

Основна частина. Звертаючись до нормативно-правового визначення договору фрахтування, варто звернути увагу, що ключові міжнародні конвенції — Гаазькі правила (1924), Гаазько-Вісбійські правила (1968/1979), Гамбурзькі правила (1978) і Роттердамські правила (2008) — історично орієнтовані на перевезення за коносаментами, а не на чартери. Відтак на перевезення за чартерами дія цих актів не розповсюджується. Проаналізувавши й інші міжнародні договори у сфері торговельного мореплавства, доходимо до висновку, що на сьогодні відсутні міжнародно-правові акти, які регламентували б положення договору фрахтування як такого та його застосування у практиці оренди судна як з метою перевезення вантажів, так і в інших цілях торговельного мореплавства.

Відповідно до ст. 912 Цивільного кодексу України (надалі — ЦКУ), за договором чартеру (фрахтування) одна сторона (фрахтівник) зобов'язується надати другій стороні (фрахтувальникові) за плату всю або частину місткості в одному чи кількох транспортних засобах на один або кілька рейсів для перевезення вантажу, пасажирів, багажу, пошти або з іншою метою, якщо це не суперечить закону й іншим нормативно-правовим актам [2]. Відповідно до ст. 203 Кодексу торговельного мореплавства України (надалі — КТМУ), за договором чартеру (фрахтування) судна на певний час судновласник зобов'язується за обумовлену плату (фрахт) надати судно фрахтувальнику для перевезення пасажирів, вантажів та для інших цілей торговельного мореплавства на певний час [3]. Визначення надане ЦКУ, знаходиться у главі 64 Кодексу, що регулюють перевезення, проте посилаючись на контекст визначення, законодавець відносить договір до договору найму, а не перевезення, що передбачає надання судна або його частини фрахтувальнику в оренду для користування.

Учасниками у договорі фрахтування є фрахтівник (судновласник, перевізник) і фрахтувальник (вантажовідправник). Фрахтівником виступає або власник судна, або особа, яка володіє ним на законних підставах і погоджується надати судно фрахтувальнику за визначену плату (фрахт). У свою чергу, фрахтувальник приймає судно у тимчасове користування для здійснення перевезень пасажирів, вантажів або виконання інших завдань, пов'язаних із комерційним мореплавством [4, с. 47].

Морська експлуатація суден має складний і багатогранний характер, тому сторони, що укладають договори фрахтування, не можуть обмежитися лише загальними положеннями. Це змушує їх ретельно прописувати всі деталі співпраці, враховуючи технічні, комерційні та юридичні аспекти. У результаті багаторічної практики були сформовані стандартизовані форми договорів чартеру — так звані проформи. Обсяг прав і обов'язків сторін обумовлюється безпосереднім вибором певної проформи чартеру. У розробці типових проформ чартерів основну роль відіграють об'єднання судновласників,

брокерів, агентів та інших учасників морської практики, а також держав, що володіють великим торговим флотом, зокрема Великої Британії та інших європейських країн. Більшість проформ передбачають застосування англійського права до цих договорів. Розробкою таких проформ та їх впровадженням займаються впливові міжнародні організації, серед яких — Балтійська і міжнародна морська рада (BIMCO), Британська палата судноплавства та інші інституції, що забезпечують відповідність цих документів потребам судноплавної спільноти [5].

Застосування загальновизнаних стандартних проформ значно спрощує процес погодження умов між сторонами. Основна перевага чартерних проформ полягає в тому, що вони враховують інтереси як судовласників, так і фрахтувальників. Більшість таких документів є результатом тривалих переговорів і становлять собою компроміс між інтересами сторін.

Стандартні проформи, розроблені BIMCO, публікуються в «Формах затверджених документів» — щорічно оновлюваному портфелі документів, що містить понад сто окремих чартерних договорів, коносаментів та інших форм, виданих або підтриманих BIMCO. У 2001 році BIMCO запустила свій онлайн-редактор чартерних договорів, який робить широкий спектр найпопулярніших форм BIMCO доступними в редагованому електронному форматі через платформу Інтернет.

На сьогоднішній день існує понад 400 типових форм чартерних договорів. Для транспортування таких вантажів, як вугілля, кокс, зернові культури, рис, арахіс, сіль, фрукти та добрива, розроблено спеціалізовані проформи. Для багатьох вантажів передбачено кілька варіантів чартерів, що враховують специфіку напрямків перевезень. [5].

Сучасні чартери зазвичай мають структуру, умовно поділену на дві частини. Перша частина має форму таблиці й називається боксовою, оскільки всі дані подаються у спеціальних «боксах» і містять змінну інформацію. Якщо між розділами проформи виникають суперечності, перевага завжди надається положенням першої, боксової частини [5]. Друга частина — це сама проформа чартеру, що містить інформацію, яка повніше розкриває зміст відомостей боксової частини. Вона складається з трьох розділів: преамбули, де вказуються сторони, місця і дати укладення договору.

Проформи чартерів відрізняються не лише за видом вантажу, який буде перевезено, але й за видом самого чартеру — рейсовий чартер, тайм-чартер, бербоут-чартер та ін.

Рейсовий чартер — форма договору чартеру, за якою фрахтівник надає все судно або його частину для перевезення вантажу між визначеними портами. Хоча рейсовий чартер охоплює широкий спектр положень, використання його типової форми значно спрощує процес оформлення. За умови правильного вибору проформи, фрахтувальник і фрахтівник зазвичай заповнюють лише першу сторінку документа, яка містить змінні дані — такі як назви сторін договору, найменування судна, порти відправлення та призначення тощо [6, с. 121]. Універсальні проформи рейсових чартерів застосовуються для оформлення договорів перевезення різноманітних вантажів, коли не має спеціалізованих проформ для конкретного типу товару. Найвідомішою серед таких універсальних проформ є GENCON. Її було створено ще у 1922 році, а в 1976 році доповнено бокс-формою, яка включає постійні юридичні положення щодо перевезення. Сьогодні широко використовується оновлена версія GENCON 94, переглянута BIMCO у 1994 році.

Сама по собі проформа GENCON 94 — одна із найбільш використовуваних та найпоширеніших проформ рейсового чартеру в міжнародному морському судноплаванні. Розроблена BIMCO, GENCON 94 є оновленою версією попередніх редакцій, і широко використовується при укладенні рейсового чартеру. Універсальність, чітка структура та збалансованість інтересів сторін зробили GENCON 94 однією із найвідоміших проформ у сфері морських перевезень. Оновленою версією проформи GENCON 94 є GENCON 2022. Її було презентовано BIMCO у листопаді 2022 року з нагоди 100-річчя першої редакції GENCON. Основна мета оновлення — адаптація документа до сучасних умов ринку,

регуляторних вимог і практик, які змінилися з 1994 року.

GENCON 2022 суттєво відрізняється від попередньої версії за структурою, обсягом і змістом. По-перше, кількість «боксів» у першій частині проформи збільшено з 26 до 33, що зробило її більш деталізованою і розширеною — тепер ця частина займає дві сторінки замість однієї, як у GENCON 94. По-друге, текстова частина зазнала глибокого перегляду: багато положень були переписані, додано нові статті, а деякі старі — виключено або змінені.

Із визначення тайм-чартеру, наведеного у КТМУ, можна зробити кілька важливих висновків. Судновласник передає фрахтувальнику у користування на певний строк не лише саме судно, а й послуги екіпажу. Саме ця особливість є ключовою відмінною рисою тайм-чартеру. Якщо виключити послуги екіпажу, змінюється правова природа договору: тайм-чартер перетворюється на інший його різновид, зокрема на бербоут-чартер. Отже, у тайм-чартері судно разом з екіпажем функціонують як єдиний комплекс [1].

Мабуть, найбільш універсальною і відпрацьованою проформою тайм-чартеру вважається BALTIME. Ця проформа була прийнята в 1909 р. BIMCO і схвалена Палатою судноплавства Сполученого Королівства.

Проформа BALTIME є однією з найстаріших форм тайм-чартеру, яка широко використовується при морських перевезеннях вантажу. Вперше вона була розроблена у 1909 році, а її найпоширеніша версія — BALTIME 1939, яка була переглянута у 2001 році. Ця проформа була створена під егідою BIMCO. BALTIME є еталоном для договорів тайм-чартеру, тобто фрахтування судна на певний період часу з екіпажем, де фрахтувальник отримує контроль над комерційною експлуатацією судна, а судновласник зберігає відповідальність за технічне управління.

Розглядаючи бербоут-чартер, слід зазначити, що до 1989 року для цього виду договорів застосовувалися стандартні проформи BARECON A та BARECON B, затверджені BIMCO. У 1989 році вони були об'єднані в єдину проформу — BARECON 89, яка, окрім передачі судна в оренду, передбачала можливість його викупу фрахтувальником після завершення строку бербоут-чартеру та повного виконання платіжних зобов'язань. Подальшими редакціями стали проформи BARECON 2001 та BARECON 2017 [7].

Висновки. Отже, на сьогодні, існує безліч проформ чартерів, що класифікуються за різними підставами, починаючи від виду вантажу, який буде перевезено, до способу викладу та структури договору. Проформи чартерів займають ключове місце в системі морського судноплавства, виступаючи універсальним інструментом договірної регулювання між учасниками фрахтування. Вони є стандартними формами договорів, які розробляються міжнародними організаціями і широко використовуються в практиці морських перевезень. Завдяки своїй структурованості, збалансованості інтересів сторін, проформи забезпечують ефективну уніфікацію договірних умов, що особливо важливо на ринку морських перевезень між країнами.

Проформи чартерів дозволяють сторонам швидко і зручно оформити договір, зменшуючи ризики непорозумінь. Вони охоплюють широкий спектр питань — від технічного стану судна, умов його експлуатації, страхування, відповідальності сторін, до процедур передачі та повернення судна. Хоча проформи не мають обов'язкового характеру для їх застосування, учасники фрахтування обирають їх використовувати для швидкості та прозорого затвердження домовленостей.

Саме завдяки наявності системи проформ чартерів сторони договорів фрахтування не потребують уніфікованого регулювання відносин з боку держав шляхом прийняття конвенцій, як це відбувається у сфері перевезень морем за коносаментом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Колодін, А. О. Щодо здійснення порівняння різних видів чартеру: схожість та відмінності: матеріали наук-практ. конференц. Одеса: Фенікс, 2020. 95 с. URL: <https://dspace.onua.edu.ua/server/api/core/bitstreams/19683f99-d14a-4408-8aa0->

64d9a4858f90/content#page=75

2. Цивільний кодекс України : Закон України від 16.01.2003 № 435-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>

3. Кодекс торговельного мореплавства України : Закон України від 23.05.1995 № 176/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/176/95-%D0%B2%D1%80#Text>

4. Аверочкіна, Т. В., Сергєєв, Ю. В. Морське право: навч. посіб. Одеса : Фенікс, 2024. 162 с. URL: <https://dspace.onua.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f3b15691-e01c-4118-aa90-376910f9c3b1/content>

5. Несімко, О. Д. Особливості договору морського чартеру. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Юридичні науки. 2014. № 807. С. 180–186. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=vnulpurn_2014_807_33

6. Шемякін, О. М. Міжнародне приватне морське право. Одеса : Фенікс, 2000. 272 с.

7. Балобанов, О. О., Пальченко, А. А. Правові аспекти передачі в бербоут-чартер морських суден, що плавають під прапором України. *Юридичний вісник*. 2021. № 6. С. 175–183. URL: <http://yuv.onua.edu.ua/index.php/yuv/article/view/2280/2554>

БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА

EFFICIENCY OF THE PORT STATE CONTROL SYSTEM IN DETECTING SUBSTANDARD SHIPS

Bass Illia

Kherson State Maritime Academy

Scientific Supervisor: Doctor of Pedagogical Sciences, Professor Iryna Shvetsova

Introduction. Port State Control serves as a vital regulatory mechanism within the international maritime safety framework. Its primary function is to identify and eliminate substandard ships that could endanger human life, property, and the marine environment. The PSC system enforces compliance with international conventions such as SOLAS, MARPOL, STCW, MLC, and the ISM Code, forming the foundation for global maritime governance.

The *aim of this research* is to evaluate the efficiency of PSC regimes in detecting non-compliant vessels and to analyse inspection outcomes across major regional Memoranda of Understanding (MoUs), including the Paris MoU, Tokyo MoU, AMSA, and USCG. The study focuses on differences in inspection methodologies, trends in deficiencies and detentions, and the overall impact on maritime safety. It also explores how data-driven approaches and risk-based inspections contribute to improving compliance and reducing the number of substandard ships in operation.

The research is based on official PSC annual reports and global statistics for the period 2019–2024. By comparing the performance of regional PSC regimes, this study provides insight into evolving trends, identifies recurring challenges, and highlights strategies for further improving international maritime safety oversight.

In order to assess the effectiveness of the Port State Control system, it is essential to analyse the quantitative indicators that reflect inspection activity, deficiency rates, and detention outcomes across regional regimes. Statistical data not only illustrate the operational scope of PSC inspections but also reveal how regional cooperation and enforcement policies influence overall maritime safety performance. The following section presents the comparative statistics that form the basis for evaluating PSC efficiency worldwide.

Main part. Based on data obtained from official PSC databases and reports, Paris MoU [1], Tokyo MoU [2], AMSA [4], and USCG [3], approximately 78,000 inspections were conducted between 2019 and 2024, revealing more than 225,000 deficiencies and 3,234 detentions. The comparative analysis focuses on inspection frequency, detention ratios, and deficiency categories to determine regional differences in enforcement effectiveness.

The inclusion of Table 1 — General Port State Control Statistics (All Ships and Tankers) provides a comprehensive overview of inspection activity across the world's major PSC regimes. This table summarises quantitative data on inspections, deficiencies, and detentions for both general cargo vessels and tankers. The rationale for using this dataset lies in its ability to represent the overall performance and enforcement efficiency of the Paris MoU, Tokyo MoU, AMSA, and USCG systems, which together account for more than 90% of all PSC inspections globally.

By comparing results for all ships and tankers separately, the table highlights the differences in risk exposure and compliance levels between cargo vessels and tanker fleets, which are subject to stricter safety and pollution-prevention regulations under SOLAS, MARPOL, and the ISM Code.

Thus, this table serves as a quantitative foundation for the subsequent analysis, enabling the identification of regional trends, inspection intensity, and the effectiveness of risk-based targeting mechanisms adopted by different MoUs.

Table 1 — General Port State Control Statistics (All Ships and Tankers)

Region	Year	Inspections (All Ships)	Inspections (Tankers)	Total Deficiencies	Inspections with Deficiencies	Detentions (All Ships)	Detentions (Tankers)
Paris MoU	2019	17 908	3 784	39 847	14 437	526	59
Paris MoU	2023	16 769	3 734	47 510	14 622	639	84
Paris MoU	2024	16 508	3 310	49 958	14 591	665	95
Tokyo MoU	2024	32 054	5 208	77 526	28 580	1 189	177
AMSA (Australia)	2024	2 264	236	5 960	1 136	133	7
USCG (USA)	2024	8 710	2 930	3 620	1 440	82	13

Source: author's analysis based on data from Paris MoU [1], Tokyo MoU [2], AMSA [4], and USCG [3].

As shown in Table 1, inspection intensity and detention outcomes differ significantly among regional regimes. The Paris MoU and Tokyo MoU together accounted for nearly 80% of all global PSC inspections between 2019 and 2024, confirming their central role in monitoring vessel compliance in Europe and the Asia-Pacific region. The data demonstrate a moderate rise in detentions under the Paris MoU, from 526 cases in 2019 to 665 in 2024, despite a slight reduction in the number of inspections. This suggests that inspections have become more targeted and risk-based. The Tokyo MoU maintained the highest number of annual inspections (over 32,000 in 2024) and recorded the greatest number of deficiencies, primarily related to fire safety, machinery, and watertight integrity. Meanwhile, AMSA (Australia) and the USCG (United States) show more stable trends, with relatively low detention ratios — below 2% for AMSA and under 1% for USCG — indicating improved flag performance and proactive compliance management. Overall, the comparative data reveal that detention ratios tend to decline in regions applying data-driven inspection models and continuous crew training initiatives (Table 1; Paris MoU [1]; Tokyo MoU [2]; AMSA [4]; USCG [3]).

As shown in Table 1, inspection intensity and detention outcomes differ significantly among regional regimes. The Paris and Tokyo MoUs together account for nearly 80% of global PSC inspections. While the Paris MoU recorded a gradual increase in deficiencies between 2019 and 2024, Tokyo MoU data reveal a higher concentration of safety-related deficiencies and a stronger inspection framework. AMSA inspections identified recurring structural and equipment issues, whereas the USCG demonstrated a declining trend in detentions, largely due to risk-based targeting and preventive inspection strategies (see Table 1; Paris MoU [1]; Tokyo MoU [2]).

Table 2 — Main Categories of Deficiencies (All Ships / Tankers)

Region	Year	Main Deficiencies (All Ships)	Main Deficiencies (Tankers)
Paris MoU	2019	Fire Safety (SOLAS Ch. II-2)	SOLAS Ch. II-2
Paris MoU	2023	Fire Safety (SOLAS Ch. II-2)	SOLAS Ch. II-2
Paris MoU	2024	Fire Safety (SOLAS Ch. II-2); ISM Code related procedures	Fire Safety (SOLAS Ch. II-2)
Tokyo MoU	2024	Weathertight Conditions; Ventilation Systems	Fire Safety (SOLAS Ch. II-2)
AMSA	2024	Structural/Equipment; Machinery Maintenance	Structural/Equipment
USCG	2024	Fire Safety Measures; Crew Familiarisation	Fire Safety Measures

Source: compiled and analysed by the author based on Paris MoU [1], Tokyo MoU [2], AMSA [4], and USCG [3].

According to Table 2, the most frequent category of deficiencies across all regions remains associated with fire safety and the ISM Code, confirming the importance of operational

discipline and procedural compliance on board. The Paris MoU reported a consistent pattern from 2019 to 2024, with fire safety remaining the dominant deficiency area under SOLAS Chapter II-2, which governs shipboard fire prevention and response. The Tokyo MoU added a complementary focus on weathertight integrity and ventilation systems, highlighting environmental and structural concerns specific to the Asia-Pacific fleet. AMSA's statistics indicate recurring structural and equipment deficiencies, often related to hull integrity and engine-room maintenance, while the USCG continued to report fire safety issues, albeit at lower frequencies due to preventive inspection measures. These findings demonstrate that, despite general improvements in PSC compliance, technical maintenance and safety culture remain the weakest links, especially in older tonnage and vessels registered under high-risk flags (see Table 2; Paris MoU [1]; Tokyo MoU [2]; AMSA [4]; USCG [3]).

From 2019 to 2021, a noticeable decline in both deficiencies and detentions was observed across most MoU regions, reflecting the positive effects of enhanced safety management systems and stricter crew familiarisation procedures. The COVID-19 period also led to reduced inspection opportunities, yet remote oversight and targeted inspections proved efficient in maintaining safety levels. Between 2022 and 2024, the slight upward trend in deficiencies may be explained by intensified inspections, increased vessel age, and post-pandemic operational recovery. Notably, the risk-based targeting approaches adopted by the Paris and Tokyo MoUs improved efficiency by concentrating inspection resources on high-risk ships, thereby increasing detection accuracy while keeping total inspection numbers relatively stable. This indicates a transition from traditional inspection models to data-driven compliance monitoring, a trend that will likely dominate the next PSC cycle under IMO's GISIS framework.

The analysis highlights the importance of harmonising PSC procedures under IMO supervision [5] and strengthening digital tools [7] for inspection planning. Such measures can ensure data accuracy, enable predictive risk analysis, and enhance transparency between flag and port states.

Conclusion. The study confirms that Port State Control plays a crucial role in safeguarding maritime safety and environmental protection. The comparative analysis of PSC statistics demonstrates that regions applying data-driven and risk-based inspections — such as the Paris and Tokyo MoUs — achieve higher efficiency and lower detention ratios compared to others.

The efficiency of PSC largely depends on the consistency of international conventions, inter-regional cooperation, and continuous professional training of maritime personnel. Implementing the ISM Code more effectively and developing data-driven inspection systems are key steps toward reducing the number of substandard ships [6; 5]. By 2030, PSC regimes are expected to integrate advanced digital tools, including artificial intelligence for vessel targeting and automated deficiency prediction systems. Together, these innovations and harmonised inspection practices will enhance maritime governance and contribute to safer seas worldwide. Therefore, continuous data exchange among regional MoUs and the IMO's global GISIS platform will play a decisive role in harmonising inspection practices and ensuring the sustainable reduction of substandard shipping worldwide.

REFERENCES

1. Paris Memorandum of Understanding (Paris MoU). Annual Report 2024. URL : <https://www.parismou.org>
2. Tokyo Memorandum of Understanding (Tokyo MoU). Annual Report 2024. URL : <https://www.tokyo-mou.org>
3. United States Coast Guard (USCG). Port State Control Annual Report 2024. URL: <https://www.dco.uscg.mil/Port-State-Control>
4. Australian Maritime Safety Authority (AMSA). Port State Control Inspection Results 2024. URL: <https://www.amsa.gov.au>
5. Resolution A.1185(33) on Procedures for Port State Control. International Maritime

- Organization (IMO). URL:
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/IIS/Documents/A%2033-Res.1185.pdf>
6. Global Port State Control Key Performance Indicators 2024. Risk4Sea : веб-сайт. URL:
<https://risk4sea.com>
7. Port State Control (PSC) Summary Reports and Statistics, 2025. International Maritime Organization (IMO) GISIS. URL: <https://gisis.imo.org>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНФІГУРАЦІЙ МЕРЕЖ ІНТЕГРОВАНИХ МІСТКІВ СУЧАСНИХ СУДЕН НА БЕЗПЕКУ СУДНОПЛАВСТВА

Васильєв М. М.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.т.н., доц., Безбах О. М.*

Вступ. У сучасному судноплаванні цифровізація та інтеграція навігаційних систем стали основними факторами підвищення безпеки, ефективності та автоматизації управління судном. Одну з головних ролей у цьому відіграють інтегровані місткові системи (далі — IBS), які поєднують навігаційні, комунікаційні та контрольні засоби в єдине інформаційно-керувальне середовище. Розвиток таких систем обумовлений вимогами Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі (далі — SOLAS), а також стандартами, встановленими Міжнародною морською організацією (далі — IMO), зокрема одним із її комітетів — Комітет з безпеки на морі (далі — MSC) [1]. Метою роботи є дослідження принципів побудови, функціональних особливостей та регулювання IBS відповідно до нормативних вимог, а також визначення їхнього значення для підвищення безпеки, надійності та ефективності управління сучасними суднами.

Основна частина. Почнемо з поняття та призначення IBS — комплексу взаємопов'язаних систем, що забезпечують централізований доступ до даних датчиків та функцій керування з робочих станцій, спрямований на підвищення безпеки та ефективності управління судном кваліфікованим персоналом [2]. Варто зазначити, що типи IBS можуть відрізнятися залежно від конструкції містка, комплектації обладнання та загального розташування технічних засобів на судні, і з цього логічно випливає, що не всі судна оснащені однаковими системами. Встановлення та проєктування IBS не є обов'язковим і регламентується класифікаційними товариствами. Основні фактори, що визначають архітектуру системи, включають конструкцію містка, тип обладнання та його розташування. Як правило, IBS об'єднує чотири ключові складові: технічну систему, оператора, інтерфейс «людина-машина» та керівні документи з експлуатації [3]. Така інтеграція дозволяє забезпечити узгодженість даних та точність координат, що критично важливо для навігаційних розрахунків та автоматизованих режимів руху судна.

Важливо розуміти певну різницю між інтегрованою навігаційною системою (далі — INS) та IBS. INS — сукупність навігаційних засобів, об'єднаних єдиним інтерфейсом для підвищення безпеки судноплавства, що включає радар, електронну картографічну навігаційну систему, автоматичну ідентифікаційну систему, глобальну систему позиціонування (далі — GPS) та деякі інші інструменти для моніторингу маршруту, уникнення зіткнень і точного позиціонування (складові цієї системи детальніше розглядаються далі при аналізі структури IBS). Функціонування INS регламентується Стандартами IMO MSC.252(83), що забезпечують надійність та сумісність навігаційних систем на різних суднах, тоді як IBS здійснює свою роботу відповідно до Резолюції IMO MSC.64(67), які визначають принципи інтеграції навігаційних та допоміжних систем для підвищення безпеки та ефективності управління судном [4]. IBS, у свою чергу, інтегрує INS (її елементи) та доповнює її низкою додаткових систем, що розширюють функціональні можливості. До складу IBS зазвичай входять: авторульовий, який забезпечує автоматизоване керування стерновою підсистемою судна; радар — для виявлення навколишніх об'єктів, інших суден та перешкод у зоні плавання; гірокомпас — для отримання точної інформації про курс; підсистеми визначення місцеположення судна, що використовують функціонал GPS або інших супутникових систем навігації; електронну картографічну навігаційну систему — для відображення карт, маршруту та навігаційних даних у реальному часі; підсистему розподілу електроенергії, призначену для моніторингу та керування живленням усіх компонентів містка; рульове обладнання — як ключовий елемент системи управління курсом; автоматичну ідентифікаційну систему — для обміну даними з іншими суднами та береговими службами; ехолот — для

вимірювання глибини під кілем; навігаційний телекс — для прийому навігаційних попереджень та метеорологічних повідомлень; головний дисплей, який підсумовує для вахтового офіцера важливі дані від навігаційних датчиків, особливо під час швартувань або руху у вузькостях; підсистема сигналізації, що забезпечує звукові та візуальні сповіщення про несправності підсистем або надзвичайні ситуації, часто підключена до офіцерських кают для оперативного реагування; тощо (структура взаємозв'язків між підсистемами та принцип їх інтеграції умовно подані на Рисунку 1). Додаткові підсистеми можуть відрізнятися залежно від конструкції конкретного судна та актуальних експлуатаційних вимог, як зазначено вище у першому абзаці основної частини [5].

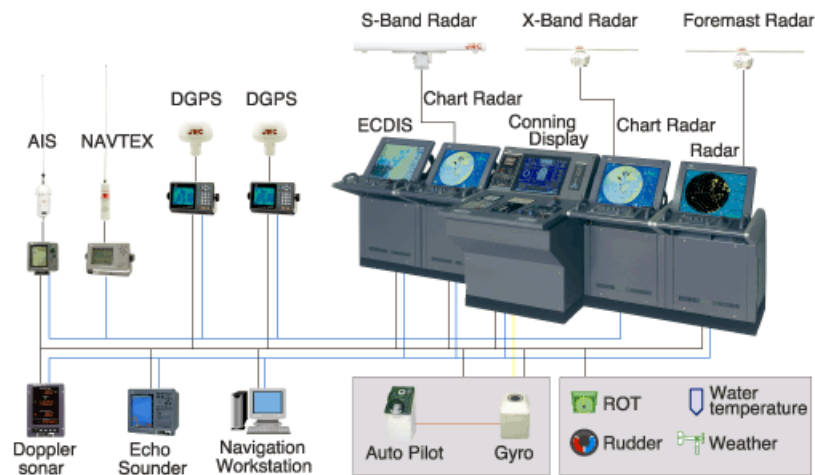


Рисунок 1 — Схема IBS [6]

Відповідно до Рисунка 1, наведено типовий склад IBS, структуру взаємозв'язків між її підсистемами та принцип їх інтеграції. На схемі також добре видно реалізацію дублювання ключових модулів системи, що забезпечує її надійність та безперервність роботи. Отже, можна сказати, що INS має більш спеціалізований характер, тоді як IBS охоплює більш широкий спектр функцій та завдань.

Тепер, коли зрозуміла різниця між IBS та INS, слід виділити основні функціональні завдання IBS. Серед них – централізоване управління судном та моніторинг його стану, обробка та візуалізація навігаційних даних, координація роботи навігаційних та допоміжних систем, генерація попереджувальних сигналів, управління автопілотом та рушіями, моніторинг вантажних та безпекових систем, організація комунікацій та відеоспостереження, забезпечення роботи з GPS та електронними картами, а також підтримка прийняття рішень екіпажем у складних умовах. Тож, виходячи з перерахованих функцій, можна зробити висновок, що IBS забезпечує централізовану обробку інформації з усіх підсистем, яка надходить на багатофункціональні дисплеї у вигляді єдиної ситуаційної картини, що дозволяє оператору одночасно контролювати навігаційні параметри, стан обладнання та зовнішню обстановку, значно знижуючи ризик помилок, пов'язаних з людським фактором.

Перейдемо до нормативних вимог. Основні принципи побудови та функціонування інтегрованих місткових систем були вперше визначені в Резолюції IMO MSC.64(67), яка заклала технічну основу для їх розроблення та впровадження. Подальший розвиток нормативної бази відбувся з оновленням Глави V Конвенції SOLAS (редакція ухвалена у грудні 2000 року, чинна з липня 2002 року), де в Правилі 19 «Вимоги до суднових навігаційних систем та обладнання», у Параграфі 6 встановлено, що IBS повинні бути спроектовані таким чином, аби відмова будь-якої підсистеми негайно доводилася до відома вахтового офіцера за допомогою звукової та візуальної сигналізації і не спричиняла збоїв у роботі інших підсистем, а у разі виходу з ладу окремого елемента має бути забезпечена можливість автономного функціонування решти обладнання, що гарантує безперервність управління та безпеку судноплавства. Згодом, у Циркулярі

MSC/Circ.1061, який став першим офіційним керівним документом з експлуатації IBS, було деталізовано вимоги до організації роботи, взаємодії підсистем та процедур безпечного функціонування системи під час навігації.

Висновки. IBS є дійсно одним із ключових елементів сучасного судноводіння, що забезпечують централізований контроль за навігаційними, технічними та допоміжними підсистемами, підвищуючи ефективність управління й рівень безпеки мореплавства. Відповідно до вимог Глави V Конвенції SOLAS та стандартів IMO/MSC, IBS мають проєктуватися так, щоб відмова будь-якої підсистеми не призводила до втрати керованості судном і супроводжувалася звуковою та візуальною сигналізацією. Водночас надмірна залежність від автоматизованих систем може створювати ризики, пов'язані з людським фактором, тому вахтові офіцери повинні здійснювати постійне візуальне спостереження та використовувати IBS як допоміжний інструмент у процесі прийняття рішень. Ефективне функціонування системи потребує належного технічного обслуговування, тестування й підготовки персоналу. Оскільки структура і конфігурація IBS залежать від типу судна, його технічних характеристик та фінансових можливостей судновласника, повна уніфікація таких систем наразі відсутня. Попри це, централізоване управління, інтегроване представлення навігаційних даних та функція сигналізації істотно знижують навантаження на екіпаж, підвищуючи ситуаційну обізнаність та швидкість реагування у надзвичайних ситуаціях [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. International Maritime Organization. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Maritime_Organization
2. Integrated bridge system (IBS). URL: <https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/integratedbridgesystems.aspx>
3. Shilavadra Bhattacharjee. What is Integrated Bridge System (IBS) on Ships? [Електронний ресурс]. URL: <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-is-integrated-bridge-system-ibs-on-ships/>
4. INS vs IBS: Key Differences in Maritime Navigation Systems. URL: <https://www.marinepublic.com/blogs/training/357492-ins-vs-ibs-key-differences-in-maritime-navigation-systems>
5. Безбах, О. М. (2025). Структура мереж інтегрованих містків сучасних суден, відповідно до вимог SOLAS. *Науковий простір: актуальні питання, досягнення та інновації: збірник наукових праць з матеріалами IX Міжнародної наукової конференції*, м. Вінниця, 23 травня, 2025 р., 464–466.
6. IBS: Integrated Bridge System. URL: <https://maritimeknowledge.blogspot.com/2015/12/ibsintegrated-bridge-system.html>

РОЛЬ ВІДКРИТИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПІДВИЩЕННІ БЕЗПЕКИ СВІТОВОГО ТОРГОВЕЛЬНОГО ФЛОТУ

Васильєв М. М.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: Phd, ст. в. Сокол А. О.*

Вступ. Безпека мореплавства залишається одним із ключових аспектів сучасного світового торговельного флоту, оскільки морський транспорт забезпечує понад 80% світового товарообігу [1]. Інциденти, пов'язані з експлуатацією суден без належного технічного нагляду, управління чи відповідності міжнародним стандартам, створюють суттєву загрозу для життя екіпажу, навколишнього середовища та економічних інтересів прибережних держав. Одним із ефективних шляхів підвищення рівня безпеки судноплавства є забезпечення прозорості та відкритого доступу до інформації про технічний стан флоту, діяльність операторів, результати інспекцій. З цією метою у 1997 році Європейська Комісія спільно з урядом Великої Британії започаткувала ініціативу «Quality Shipping Campaign», спрямовану на формування культури якісного судноплавства шляхом підвищення прозорості у морській галузі. На Конференції «Якісне судноплавство» в Лісабоні в 1998 році учасники дійшли висновку щодо необхідності створення єдиної відкритої бази даних про судна, операторів і результати портових інспекцій. У відповідь на цей запит Європейська Комісія та Французька морська адміністрація розробили EQUASIS (Electronic Quality Shipping Information System). Система офіційно запрацювала 17 травня 2000 року та відтоді стала важливим інструментом моніторингу якості світового торговельного флоту [2].

Основна частина. EQUASIS — відкрита міжнародна база даних, що забезпечує вільний доступ до інформації про технічний стан та безпеку суден світового торговельного флоту. Система була створена з метою підвищення безпеки мореплавства та прозорості інформації про судна та їх операторів. Основні цілі EQUASIS включають забезпечення даними про безпеку суден, формування некомерційного ресурсу для користувачів у всьому світі, створення міжнародної бази даних, що охоплює весь торговельний флот, активне залучення морських адміністрацій та міжнародних органів до обміну даними, централізацію інформації про якість і безпеку суден, надання точних характеристик суден та їх менеджменту, а також доступ до даних про компанії, що займаються морськими перевезеннями. Сьогодні база містить інформацію про понад 85000 суден, причому всі судна, що перебувають у експлуатації та мають водотоннажність понад 100 GT (валова місткість), доступні для перегляду [3]. База забезпечує доступ до даних про прапор, тип судна, класифікаційне товариство, власника та оператора, історію портових інспекцій і випадки затримання, а також зміни у власності чи менеджменті. Дані регулярно оновлюються через понад 50 постачальників, серед яких Міжнародна морська організація (далі — ІМО), Європейське агентство з морської безпеки (далі — EMSA), режими контролю держав порту (далі — PSC), клуби взаємного страхування судновласників, класифікаційні товариства та галузеві асоціації. Користувачі можуть здійснювати пошук за ІМО-номером, назвою судна, оператором або прапором, отримуючи достовірну інформацію без платної підписки (Рисунок 1, Рисунок 2). Такий відкритий та глобальний характер ресурсу сприяє підвищенню прозорості і безпеки у міжнародному судноплавстві, забезпечуючи інструмент для прийняття обґрунтованих рішень щодо експлуатації суден.



Home My Equasis About Equasis News Statistics Support

IMO, Name, Company

Search Ship info

LMZ EUROPA - IMO n° 9588562

Flag: (Marshall Islands)

Call Sign: V7XLB

MMSI: 538007149

Gross tonnage: 32983 (since 01/10/2011)

DWT: 56771

Type of ship: Bulk Carrier (since 01/10/2011)

Year of build: 2011

Status: In Service/Commission (since 26/10/2011)

Last update of ship particulars 21/10/2025

Ship info Inspections (50) Ship History

Overview

The ship is claimed by (at least) one of the IACS member societies

0.0% of inspections having led to a detention in last 36 months

Flag performance

Paris MOU White Tokyo MOU White

Flag targeting

IACS: not targeted

RO Performances

Management detail

Classification

Safety management certificate (Recognised Organisations)

P&I Information

Рисунок 1 — Приклад даних про судно в EQUASIS.



Home My Equasis About Equasis News Statistics Support

IMO, Name, Company

Search Inspections

LMZ EUROPA - IMO n° 9588562

Flag: (Marshall Islands)

Call Sign: V7XLB

MMSI: 538007149

Gross tonnage: 32983 (since 01/10/2011)

DWT: 56771

Type of ship: Bulk Carrier (since 01/10/2011)

Year of build: 2011

Status: In Service/Commission (since 26/10/2011)

Last update of ship particulars 21/10/2025

Ship info Inspections (50) Ship History

List of port state controls

User should note that the result of the same single inspection, when reported to different PSC regimes, may differ because of potential differences between the procedures and the relevant instruments between those regimes

Authority	Port of inspection	Date of report	Detention	PSC Organisation	Type of inspection	Duration (days)	Number of deficiencies	Details
Greece	Laurium	18/07/2025	N	Paris MoU	Expanded inspection		1	
Ukraine	Chornomorsk	07/07/2025	N	Black Sea MoU	Initial inspection			
Egypt	El Islandariya (Alexandria)	22/06/2025	N	Mediterranean MoU	More detailed inspection		8	
Netherlands	Rotterdam	26/06/2024	N	Paris MoU	Expanded inspection		14	
Egypt	El Islandariya (Alexandria)	12/06/2024	N	Mediterranean MoU	More detailed inspection			
United States of America	New Orleans, Louisiana	02/07/2024	N	US Coast Guard	Standard Examination		1	
Egypt	El Dekhella	17/12/2023	N	Mediterranean MoU	More detailed inspection			

Рисунок 2 — Вкладка «Інспекції» в EQUASIS.

На Рисунку 2 відображена вкладка «Inspections» (Інспекції), яка дозволяє переглянути всі проведені перевірки конкретного судна. Серед основних полів представлені: Authority (орган, що проводив інспекцію), Port of inspection (порт проведення перевірки), Date of report (дата звіту), Detention (задержання), PSC Organisation (організація портового контролю), Type of inspection (тип інспекції), Duration (days) (тривалість у днях), Number of deficiencies (кількість виявлених недоліків) та Details (детальна інформація). Аналіз цих даних дозволяє оцінювати тенденції щодо технічного стану судна, виявляти повторювані порушення, порівнювати ефективність управління різних операторів, визначати ризикові порти чи типи інспекцій, а також приймати обґрунтовані рішення щодо безпечної експлуатації суден та планування портового контролю. Такий підхід забезпечує користувачам можливість здійснювати прогнозування потенційних ризиків, підвищує прозорість у роботі судовласників і операторів та сприяє загальному підвищенню стандартів безпеки мореплавства.

Зрозуміло, що окрім EQUASIS існує кілька інших баз даних та систем, що підтримують безпеку мореплавства. Наприклад, THETIS, розроблена EMSA, використовується для управління портовим контролем у межах Паризького меморандуму

про портовий контроль та дозволяє державним органам здійснювати ризик-орієнтований контроль суден [4]. Комерційні сервіси, наприклад IHS Sea — web, FleetMon або MarineTraffic, надають дані про AIS — позиції суден, історію власності, статистику флоту та комерційну інформацію, проте доступ до більшості функцій цих платформ є платним. GISIS (Глобальна інформаційна система Міжнародної морської організації) є офіційною базою даних IMO, яка містить інформацію про інциденти, сертифікати та портові реєстри. Системи LRIT (Довготривалий автоматичний ідентифікаційний радіообмін суден) та SafeSeaNet (Європейська інформаційна система безпечного судноплавства, підтримувана EMSA та IMO) призначені для моніторингу місцезнаходження суден, забезпечення безпечного судноплавства та контролю певних морських зон. Порівняно з цими ресурсами, EQUASIS вирізняється тим, що забезпечує безкоштовний доступ до даних, інтегрує інформацію від численних організацій портового контролю, класифікаційних товариств та інших постачальників, а також зосереджується на якісних показниках суден і операторів, а не лише на їхніх технічних характеристиках або позиціонуванні. Такий підхід дозволяє формувати більш об'єктивну картину стану світового торговельного флоту та робить EQUASIS незамінним інструментом для державних органів, судновласників, брокерів і страховиків, які прагнуть зменшити ризики морських перевезень. Тобто, можемо зробити висновок, що EQUASIS є єдиною безкоштовною глобальною базою, яка поєднує дані від численних класифікаційних товариств та PSC-організацій та фокусується саме на якісних показниках флоту.

Висновки. EQUASIS слугує ефективним інструментом підвищення безпеки та прозорості у міжнародному судноплавстві. Система забезпечує відкритий доступ до достовірної інформації про технічний стан, управління та історію портових інспекцій суден світового торговельного флоту, дозволяючи користувачам аналізувати тенденції, порівнювати ефективність операторів і визначати потенційні ризики. На відміну від інших баз даних та систем, EQUASIS інтегрує дані від численних організацій портового контролю, класифікаційних товариств та галузевих асоціацій, концентруючись на якісних показниках суден і операторів. Це робить систему незамінним інструментом для державних органів, судновласників, брокерів та страховиків, сприяє формуванню обґрунтованих рішень щодо експлуатації флоту та підвищує загальні стандарти безпеки мореплавства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Review of Maritime Transport 2024. URL: <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2024>
2. About Equasis. URL: <https://www.equasis.org/EquasisWeb/public/About?fs=About>
3. Anish. What is Equasis Shipping Database? URL: <https://www.marineinsight.com/tech/what-is-equasis-shipping-database/>
4. EMSA. THETIS. URL: <https://portal.emsa.europa.eu/web/thetis/home>

ПРАВОВІ ТА СТРАХОВІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Гвоздік О. М.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: к. ю. н. доц. Іванова А. В.

Вступ. Функціонування морських портів України в умовах сучасних викликів, зокрема в умовах воєнного конфлікту, стало надзвичайно складним і багатогранним процесом, що суттєво змінило традиційні підходи до управління портовою діяльністю. Військові дії значно впливають на безпеку портів, їх інфраструктуру, а також на економічну ефективність і здатність порту виконувати свої основні функції. Порти, які раніше були основними ланками в логістичних мережах України та важливими інтермодальними вузлами для зовнішньої торгівлі, зіткнулися з новими загрозами та обмеженнями, що вимагають швидкої адаптації, інноваційних рішень і посиленої уваги до стратегічних аспектів безпеки та економічної стабільності.

Основна частина. Морські порти вразливі до змін у політичній, безпековій та санітарно-епідеміологічній ситуації в країнах або регіонах, де вони знаходяться. Після анексії АР Крим, згідно з наказом Міністерства інфраструктури України від 16 червня 2014 року №255 «Про закриття морських портів»[1], було прийнято рішення про закриття портів Керч, Севастополь, Феодосія, Ялта та Євпаторія до відновлення конституційного ладу України на тимчасово окупованій території Криму. Однак, після цього рішення, більшість вантажопотоку було перенаправлено на морські порти, що розташовані на континентальній частині України.

З початком повномасштабного вторгнення на територію України фактично почалася блокада всіх морських портів на південному узбережжі країни. Військові кораблі росії активно перешкоджають судноплавству в Чорному морі, блокуючи доступ до українських портів для суден.

У зв'язку з військовою окупацією російськими силами частини територій України в Херсонській, Запорізькій та Донецькій областях, Міністерство інфраструктури України 28 квітня 2022 року видало наказ №256 «Про закриття морських портів» [2]. Згідно з цим наказом, з моменту його офіційного публікування морські порти Бердянська, Маріуполя, Скадовська та Херсону закриті до відновлення контролю України над ними.

Таким чином, внаслідок військової агресії росії діяльність портових операторів була припинена в більшості морських портів України через неможливість надання послуг суднам та пасажирам, виконання вантажних і транспортних операцій та інших господарських заходів, а також через відсутність можливості забезпечити належний рівень безпеки судноплавства та охорони навколишнього середовища.

Слід відзначити, що через російську військову агресію значних пошкоджень зазнала цивільна транспортна інфраструктура України, зокрема об'єкти виробничої діяльності філій ДП «Адміністрація морських портів України». Частина активів цих філій була захоплена або заблокована російськими окупантами, інша частина зазнала руйнувань, пошкоджень або була знищена. Протягом періоду повномасштабного вторгнення відбулося понад 50 атак на портову інфраструктуру, внаслідок чого було пошкоджено більше 280 об'єктів портової інфраструктури [3].

Війна, розв'язана росією проти України, мала значний негативний вплив на вантажні перевезення, зокрема, морським транспортом, а також на діяльність бізнесу загалом. Під час воєнного стану було втрачено контроль над портами на Азовському та Чорному морях, що призвело до обмежень у переміщенні товарів через пункти пропуску на кордонах з окупованими територіями. Це ускладнило логістику та спричинило зростання вартості перевезень. Окрім того, важливою проблемою стало припинення українського зернового експорту, що викликало дефіцит зерна на світовому ринку та значне зростання цін на сировину.

У липні 2022 року за посередництва Туреччини та ООН була укладена «Ініціатива щодо безпечного транспортування зерна та продуктів харчування з українських портів», відома як «Чорноморська зернова ініціатива» (зернова угода). Ця угода охоплювала три українські морські порти: Одеський, Чорноморський та Південний, і забезпечувала безпечний прохід вантажних суден через Чорне море гуманітарним коридором до Стамбула. Однак 17 липня 2023 року росія оголосила про припинення гарантій безпеки судноплавства в рамках цієї ініціативи, і угода була розірвана.

У серпні 2023 року, після того як росія вийшла з «зернової угоди», Україна запропонувала судновласникам новий морський маршрут, що пролягав уздовж східного берега Чорного моря. Того ж місяця з українських портів вирушили п'ять суден, які були заблоковані в Україні з початку російського вторгнення. Протягом наступного року понад 2500 суден скористалися українським морським коридором, перевізши більше 70 млн тонн вантажів [4, с. 55]. При цьому, темпи зростання експорту через український морський коридор значно перевищили результати «зернової ініціативи». Одночасно активно почали розвиватися альтернативні шляхи експорту, зокрема через порти Дунайського кластеру.

У 2024 році продовжували свою діяльність порти Дунайського регіону, а також Одеський, Чорноморський та Південний морські порти, завдяки відкриттю проходу до українських портів через північно-західну частину Чорного моря, що було реалізовано у другій половині 2023 року, попри діючий військовий стан. Згідно з даними Міністерства розвитку громад, у 2024 році українські морські порти обробили рекордні 97,2 млн тонн вантажів, що на 57% більше, ніж у 2023 році. Близько 60 млн тонн із загального обсягу становила аграрна продукція, що підтверджує важливу роль портів у експорті товарів аграрного сектора України. Морським шляхом було експортовано 88,1 млн тонн вантажів, порівняно з 56,2 млн тонн у попередньому році [3].

Однак, станом на сьогодні господарська діяльність у морських портах України, що включає обслуговування суден і пасажирів, проведення транспортних та інших супутніх робіт, є обмеженою, а в окремих випадках повністю припинена через неможливість забезпечити належний рівень безпеки судноплавства.

За даними «Safety and Shipping Review» наразі ризики морських перевезень у Чорному морі залишаються високими, оскільки страхова індустрія стикається з безпрецедентними випадками повної втрати суден та вантажу через їх затоплення. За умовами страхування морських ризиків під час війни судно може бути визнане повністю втраченим, якщо воно застрягло або заблоковане на визначений період - зазвичай один рік для корпусу судна і шість місяців для вантажу [5].

Більшість страхових компаній та клубів взаємного страхування судновласників (P&I Clubs) передбачають спеціальну умову, що регулює страхування від військових ризиків, відому як «Клаузула військових ризиків». Ця умова визначає перелік військових ризиків, які покриваються страховкою і можуть виникнути під час звичайної експлуатації судна [6].

Страхові правила часто включають стандартні виключення щодо військових загроз. Так, наприклад, у зв'язку з ситуацією в судноплавстві Чорного моря з 2022 року компанія Gard змінила свої стандартні умови морського страхування: знизила максимальний ліміт відшкодування та внесла корективи до Повідомлення про скасування страхування від військових ризиків. Аналогічні зміни впровадила компанія Skuld. Лише Lloyd's of London погодився на страхування вантажів із зерном в рамках Зернової ініціативи 2022 року.

Враховуючи труднощі зі страхуванням військових ризиків для морського транспорту, було ухвалено низку нормативно-правових актів, які охоплюють збитки, що виникли під час перебування таких суден у територіальних водах України, коли вони прямували до або з відкритих українських морських портів для транспортування вантажів. Ці акти були прийняті для забезпечення механізму компенсації шкоди судновласникам, а також для створення умов, що сприяють відновленню судноплавства у територіальних водах України і роботі відкритих для суден українських морських портів.

Також після 24 лютого 2022 року сформувалась нова судова практика щодо

компенсації збитків, завданих діями держави-агресора та квазідержавними утвореннями, створеними на території України. Зокрема, Господарський суд Києва ухвалив рішення, відповідно до якого росія зобов'язана виплатити судновласнику майже 30 мільйонів гривень за судно «Сент-Анна», яке було затоплене ракетними ударами в Нікопольському річковому порту. Попри всі труднощі, була зібрана вся необхідна доказова база, і про інцидент було проінформовано Реєстр судноплавства України, Морську адміністрацію та представників порту. Окрім того, інформація про злочин, скоєний невстановленими російськими військовими, була передана до Служби безпеки України, а також проведено експертне обстеження судна. Загалом судова практика розвивається в напрямку задоволення позовних вимог, і кількість таких рішень поступово зростає, оскільки тривають постійні ракетні обстріли території України [7, с. 30].

Висновки. Отже, нині важливим завданням для держави є забезпечення збереження вітчизняних експортних потужностей та створення умов для судноплавства до українських морських портів, а також забезпечення експортно-імпортних операцій, організації проходу до портів України через північно-західну частину Чорного моря в умовах воєнного стану. Це також включає гарантування безпеки для фрахтувальників, операторів та/або власників морських суден і суден внутрішнього плавання, а також функціонування водної логістики через відкриті морські порти України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про закриття морських портів: Наказ Мінінфраструктури від 16.06.2014 року № 255. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0690-14>
2. Про закриття морських портів: Наказ Мінінфраструктури від 28.04.2022 року № 256. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0470-22>
3. Міністерство розвитку громад та територій України: офіційний сайт. URL: <https://mindev.gov.ua>
4. Траченко Л. А. Проблеми та можливості для розвитку бізнесу морської галузі України в повоєнний період. Економіка та суспільство. 2025. №71. С. 53–59.
5. Safety and Shipping Review 2023: An annual review of trends and developments in shipping losses and safety. URL: <https://commercial.allianz.com/content/dam/onemarketing/commercial/commercial/reports/AGCS-Safety-Shipping-Review-2023.pdf>
6. Volkov A. Ukraine added to potentially dangerous areas for shipping. URL: <https://gmcenter/en/opinion/ukraine-added-to-potentially-dangerous-areas-for-shipping/>
7. Fasii B. War Risks in Shipping Contracts: The Impact of the Russo-Ukrainian Armed Conflict. *Lex Portus*. 2023. Vol. 9(3). P. 23–35.

HUMAN FACTOR AND DOCUMENTATION IN PORT STATE CONTROL COMPLIANCE

Demianov Dmytro

Kherson State Maritime Academy

Scientific supervisor: Dr. Ped. Sc., Professor Iryna Shvetsova

Introduction. Human factors play a critical role in daily shipboard operations, as nearly all tasks rely on human performance and decision-making. Routine inspections conducted on board — daily, weekly, monthly, or annually — are all susceptible to human error. These errors significantly increase the likelihood of deficiencies being identified by Port State Control (PSC) inspectors, which may ultimately lead to vessel detention. PSC inspections serve as an international mechanism for monitoring compliance with conventions such as SOLAS, STCW, ISM, and MLC. Despite this, the impact of human performance and documentation quality on PSC outcomes is still underestimated. This paper aims to critically evaluate the influence of human factors and documentation management on PSC compliance and to propose measures to enhance safety culture and reduce human-related deficiencies.

Main part. Human error remains a key cause of deficiencies identified during PSC inspections. Research shows that fatigue, poor communication, and lack of familiarization with safety procedures often underlie non-compliance [1]. Crew performance directly influences the effectiveness of emergency drills, safety routines, and maintenance operations [2]. Deficiencies are commonly classified according to crew competence, management oversight, and documentation accuracy as stipulated in the ISM Code [3].

Documentation issues are among the most frequent causes of detentions [4]. Expired certificates, missing records of drills, and falsified rest-hour logs represent major ISM-related deficiencies [2]. Effective record management has been identified as a cornerstone of compliance under SOLAS and STCW conventions [3]. Furthermore, incomplete or falsified documents indicate weak management commitment and a poor safety culture [1].

Case Study. The M/V Mistral, a general cargo vessel registered under the Turkish flag, experienced a serious incident in July 2017 while navigating through the Dover Straits. The vessel became Not Under Command (NUC) due to a main engine failure and was instructed by British maritime authorities to anchor in order to avoid drifting into the traffic lanes [4]. Following the incident, the vessel was towed to the Port of Hamburg, where a comprehensive PSC inspection was conducted.

During the inspection, 24 deficiencies were identified, 14 of which justified detention, and 23 were linked to non-conformities with the International Safety Management Code [4]. The inspection further revealed violations of several international conventions, including the ISM Code, SOLAS, and STCW, as the vessel's overall condition was found unsatisfactory, with visible structural damage and ongoing engine repairs [3].

The analysis of the PSC report highlighted that the majority of these non-conformities stemmed from human factors, particularly inadequate crew familiarization, insufficient supervision, and ineffective communication within the ship management structure. Moreover, the inspection pointed to incomplete implementation of the Safety Management System, which reflected limited oversight by both the company and shipboard officers [1].

This case clearly demonstrates that proactive maintenance, continuous crew training, and accurate documentation practices are essential for ensuring compliance and preventing detentions. It also underscores the role of management commitment and systematic monitoring in maintaining safety performance. The recommended corrective measures included the enhancement of crew training programmes, the conduct of regular internal audits, and the adoption of digital documentation systems [5]. Furthermore, the findings emphasized the importance of leadership, open communication, and sustained familiarization to minimize human error and strengthen compliance with international maritime standards.

To provide a clearer overview of the main human and documentation-related issues

identified during Port State Control inspections, the following table summarizes typical deficiencies, their possible causes, related conventions, and recommended corrective actions.

Table 1 — Human Factor and Documentation-Related Deficiencies

Category of Deficiency	Example	Possible Cause	Related Regulation / Convention	Corrective Action
Documentation / Certificates	Incorrect work/rest hour records	Fatigue	A-VIII/1 of the STCW Code	Ensure accurate log keeping
Fire Safety / Training	Crew unfamiliar with fire drills	Negligence	SOLAS Chapter II-2	Conduct realistic fire drills
ISM Code / SMS	Failure to implement ISM procedures	Weak management	SOLAS Chapter IX	Review and audit SMS system
STCW / Crew Competence	Poor bridge familiarization	Insufficient training	STCW Chapter VIII	Provide simulator training
MLC / Crew Welfare	Missing medical equipment	Negligence	MLC 2006 Regulation 4.1	Update medical inventories
Navigation / Operational Control	Inoperative echo sounder	Lack of maintenance	SOLAS Chapter 5	Request qualified technician and ensure scheduled maintenance

As presented in Table 1, the most frequent deficiencies identified during PSC inspections were associated with fatigue, inadequate training, and insufficient record-keeping. In particular, inaccurate documentation of seafarers' work and rest hours represented a violation of STCW Code A-VIII/1, indicating weaknesses in time management and operational oversight on board.

Moreover, repeated cases of insufficient crew familiarization during fire drills revealed gaps in preparedness and team coordination. These deficiencies constituted breaches of SOLAS Chapter II-2, requires the maintenance of an effective fire safety organization and regular training. The root causes were largely attributed to negligence and inadequate supervision. Consequently, it was recommended that ships conduct realistic, scenario-based fire drills to ensure crew readiness and compliance with safety standards.

Frequent failures in the implementation of Safety Management Systems were also recorded, resulting in non-conformities with SOLAS Chapter IX (ISM Code). Such shortcomings reflected poor communication between ship and shore management and a lack of company oversight. The adoption of regular internal audits and officer training was proposed as an effective corrective measure to strengthen SMS performance.

Deficiencies related to bridge familiarization and operational competence were noted under STCW Chapter VIII, emphasizing the importance of adequate watchkeeping training. The observed non-compliance was linked to insufficient initial instruction and limited access to simulator-based exercises. The introduction of recurrent simulator sessions and periodic performance assessments was recommended to improve navigational competence and reduce operational risks.

In addition, crew welfare-related issues — such as missing medical equipment — were identified in violation of MLC 2006 Regulation 4.1. These findings suggested deficiencies in supply management and oversight. To ensure crew safety and well-being, companies were advised to implement systematic medical inventory checks and timely restocking procedures.

Finally, deficiencies in navigational and operational control, particularly the inoperative

echo sounder, were classified as violations of SOLAS Chapter V, which governs the maintenance of navigational equipment. The primary contributing factors included inadequate maintenance planning and insufficient technical supervision. Scheduled inspections by qualified technicians were recommended to maintain continuous operational compliance.

The presented data were adapted from CHIRP Maritime [1] and Paris MoU [2], illustrating that effective management oversight, structured training, and accurate documentation are integral to sustaining maritime safety and regulatory conformity.

Conclusion. In conclusion, the analysis confirms that human factors play a decisive role in determining the outcomes of PSC inspections. The findings indicate that the majority of deficiencies originate from inadequate training, ineffective communication, and poor documentation practices, rather than from technical malfunctions. This highlights the need to view human performance as an integral component of maritime safety management.

Evidence from the study suggests that systematic record management, periodic internal audits, and full compliance with the International Safety Management Code considerably reduce the likelihood of vessel detention. Furthermore, continuous crew familiarization and the implementation of digital documentation systems can improve operational accuracy and transparency.

Ultimately, maintaining a high standard of documentation and ongoing professional training fosters not only regulatory compliance but also a sustainable safety culture within the maritime industry. Strengthening management oversight, promoting proactive safety behaviour, and integrating digital tools are therefore essential steps towards ensuring long-term compliance and enhancing overall maritime safety performance.

REFERENCES

1. CHIRP Maritime. Confidential Human Factors Reporting Programme. URL : <https://chirp.co.uk/uk/maritime>
2. Paris Memorandum of Understanding (Paris MoU). Inspection Results and Case Examples/ URL : <https://www.parismou.org>
3. International Maritime Organization (IMO). International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW). URL : <https://www.imo.org>
4. SOLAS Convention. International Convention for the Safety of Life at Sea. International Maritime Organization, 1974.
5. Baştuğ, S., Asyali, E., & Battal, T. (2021). Beyond the ISM Code: A Conceptual Proposal for an Integrated System within the Seven C's Approach. *Maritime Policy & Management*, 48(3), 354–377. DOI: <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1848477>

ЕВОЛЮЦІЯ МІЖНАРОДНОГО РЕГУЛЮВАННЯ У СФЕРІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ ВОДНИМ ТРАНСПОРТОМ

Іорданова В. В.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: к.ю.н., доц. Краснікова О.В.

Вступ. Одним із найважливіших напрямків розвитку сучасного морського права є міжнародне регулювання перевезення пасажирів водним транспортом, оскільки воно безпосередньо пов'язане з безпекою мореплавства, охороною життя людей на морі та захистом прав пасажирів. Еволюція цих правовідносин була результатом збільшення міжнародних перевезень, розвитку торговельного флоту та зростання ролі морського туризму в світовій економіці.

Поступове формування міжнародно-правових норм у цій сфері розпочалося ще в середині ХХ століття й знайшло своє відображення у низці міжнародних договорів, серед яких ключове місце посідають Брюссельська конвенція про перевезення пасажирів морем 1961 року та Афінська конвенція про перевезення морем пасажирів і їх багажу 1974 року, а також Протокол 2002 року до неї. Саме ці документи заклали основу для визначення правового статусу пасажирів, обсягу відповідальності перевізника та механізмів відшкодування шкоди.

Основна частина. 29 квітня 1961 року була прийнята Брюссельська конвенція про міжнародне морське перевезення пасажирів з метою регулювання відносин між перевізниками та пасажирів. Вона стала першою спробою узгодити міжнародні закони щодо відповідальності судновласників перед пасажирів [1].

Перевезення пасажирів регулювалося переважно національними законами або окремими договорами до його прийняття, що призвело до правової невизначеності та суперечок у випадках шкоди пасажирів. Конвенція визначила відповідальність перевізника за тілесні ушкодження та смерть пасажирів, а також ліміти відшкодування збитків, що дозволило судновласникам планувати страхування ризиків. Конвенція також визначила юрисдикцію судів і процедури подачі позовів.

Особливістю Брюссельської конвенції було те, що вона стосувалася лише міжнародних перевезень, тобто між портами різних держав. Водночас вона заклала основу для Афінської конвенції, яка значно розширила та уточнила правила відповідальності перевізників, регулюючи перевезення багажу.

Історично Брюссельська конвенція була першою системною конвенцією, яка змінила міжнародну практику страхування, визначила відповідальність і уніфікувала процедури судового розгляду у сфері перевезення пасажирів морем. Крім того, вона була основою для створення правових стандартів ІМО та міжнародного морського права.

Афінська конвенція про перевезення пасажирів і їх багажу була прийнята 13 грудня 1974 року і була логічним продовженням і розвитком правил, закладених у Брюссельській конвенції 1961 року. Узгодження міжнародних стандартів відповідальності перевізників і покращення захисту пасажирів при морських перевезеннях були головними цілями. Конвенція визначила обов'язки та відповідальність перевізників за шкоду, завдану пасажирів під час перевезення, відшкодування збитків, включаючи обмеження відповідальності перевізника за кожного пасажирів, правила перевезення багажу, включаючи обмеження відповідальності перевізника за кожного пасажирів, і процедури подання позовів і юрисдикції, щоб забезпечити ефективний захист прав пасажирів у судах. [2]

Порівняно з Брюссельською конвенцією, Афінська конвенція охоплювала більшу кількість міжнародних перевезень, і вона враховувала зростання морського туризму та інтенсифікацію пасажирських перевезень. Конвенція також послужила основою для подальших оновлень, зокрема Протоколу 2002 року, який адаптував положення до сучасних проблем, таких як цифровізація та змішані перевезення [3].

Афінська конвенція є історично важливим документом у сфері міжнародного морського права, оскільки вона збалансувала інтереси перевізників і пасажирів і заклала основу для створення сучасних норм безпеки та страхування на морі. Крім того, вона сприяла гармонізації національних законів і покращенню відповідності міжнародним стандартам ІМО [4].

З іншого боку, міжнародні стандарти пасажирських перевезень залишаються нечіткими. Необхідно більше уніфікувати та вдосконалювати міжнародні системи правового регулювання через відсутність єдиного кодифікованого документа, який би повністю регулював відносини між усіма видами водного транспорту.

Міжнародні правила перевезення пасажирів водним транспортом розвивалися поступово, починаючи з окремих спроб регулювати відповідальність перевізників, і закінчуючи сучасними тенденціями до уніфікації стандартів і створення єдиної системи для всіх країн.

Брюссельська конвенція була першою міжнародною конвенцією, яка визначила відповідальність судовласника перед пасажирями. Вона створила законодавчу основу для подальшої кодифікації відносин у морському перевезенні. Афінська конвенція 1974 року була наступним кроком, яка замінила попередній акт і встановила більш чіткі правила щодо відшкодування шкоди, заподіяної пасажирові чи його багажу. Зусилля ІМО призвели до створення цього документа. Організація продовжує відігравати важливу роль у розробці міжнародних морських правил [5, р.380].

Висновки. Подальші зміни, такі як Протокол 2002 року до Афінської конвенції, свідчать про бажання покращити захист пасажирів і узгодити норми з вимогами Європейського Союзу. Тим часом процес уніфікації залишається неповним, оскільки не всі держави ратифікували оновлені документи, і їхні положення значно відрізняються у застосуванні до національних правових систем.

Таким чином, міжнародні правила перевезення пасажирів водним транспортом змінюються, переходячи від різноманітних правових норм до спроб створити єдину систему стандартів. Тим не менш, поточний стан кодифікації вимагає додаткових удосконалень, щоб гарантувати стабільність правового режиму перевезень і достатній рівень захисту прав пасажирів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. International Convention for the Unification of Certain Rules relating to Carriage of Passengers by Sea. Brussels, 1961. / Comite Maritime International (CMI). URL : <https://cil.nus.edu.sg/databasecil/1961-international-convention-for-the-unification-of-certain-rules-relating-to-carriage-of-passengers-by-sea-and-protocol/>.
2. Athens Convention relating to the Carriage of Passengers by Sea. London, 1974. / International Maritime Organization (IMO). URL : <https://cil.nus.edu.sg/wp-content/uploads/2019/02/1974-Athens-Convention.pdf>.
3. Протокол до Афінської конвенції про перевезення морем пасажирів та їх багажу 1974 р. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_095#Text.
4. Soyer B., Leloudas G. Carriage of passengers by sea : a critical analysis of the international regime. Michigan State International Law Review. 2018. Vol. 26.3. 483 p.
5. Erik Røsæg. Carriage of passengers and their luggage by sea : Chapt. 14. P. 378–398. The IMLI manual on international maritime law : vol. II. : Shipping Law / David J. A. (ed.) et al.. Oxford University Press, 2016. DOI : <https://doi.org/10.1093/law/9780199683932.003.0014>.

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПІДГОТОВКИ МОРСЬКИХ ФАХІВЦІВ: ВПРОВАДЖЕННЯ VR-ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МОРЕПЛАВСТВА

Калабін А. М.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: ст. в. Гузь А. М.

Вступ. Глобалізаційні процеси та динамічний розвиток світової морської індустрії висувають посилені вимоги до рівня професійної підготовки фахівців, особливо в контексті забезпечення безпеки мореплавства та екологічної стійкості [1]. Критичним фактором є необхідність формування стійких практичних навичок та психофізіологічної готовності екіпажів до швидкого та адекватного реагування на надзвичайні ситуації в умовах високого ризику. Традиційні методи навчання, що базуються на аудиторних заняттях та обмеженій практиці, часто виявляються недостатніми для повного охоплення спектру потенційних загроз та ефективного відпрацювання складних аварійних сценаріїв [2]. У цьому контексті цифрова трансформація освітнього середовища, зокрема інтеграція технологій віртуальної реальності (VR), набуває стратегічного значення як інноваційний інструмент підвищення якості морської освіти. Метою даного дослідження є аналіз ефективності впровадження VR-технологій у систему підготовки морських фахівців як ключового елемента забезпечення безпеки мореплавства, а також оцінка міжнародного та національного досвіду їхньої практичної імплементації.

Основна частина. Віртуальна реальність є однією з найбільш перспективних технологічних платформ, що дозволяє створювати високореалістичні імітаційні моделі навчального процесу. Її використання у галузі підготовки майбутніх фахівців морського флоту має критичне значення, оскільки забезпечує безпечне відпрацювання потенційно небезпечних сценаріїв та маніпуляцій, де помилка в реальних умовах є неприпустимою [3]. VR-симуляції дозволяють детально відтворювати сценарії роботи на судні, включаючи навігаційні маневри, керування машинним відділенням, а також складні аварійні ситуації з різним рівнем складності та непередбачуваності (наприклад, пожежа, зіткнення, відмова обладнання). Суттєвою перевагою VR-тренажерів є можливість об'єктивного збору деталізованих даних про дії курсанта, аналізу помилок та побудови адаптивних програм вдосконалення, що є необхідною умовою для підвищення кваліфікації моряків відповідно до вимог Міжнародної конвенції STCW [1]. Окрім формування суто професійно-технічних компетенцій, VR-тренажери відіграють ключову роль у розвитку психофізіологічної готовності до стресу та екстремальних обставин, сприяючи відпрацюванню навичок командної взаємодії та прийняттю рішень в умовах, максимально наближених до реальних. Аналіз міжнародного досвіду підтверджує стратегічну важливість VR/симуляторів. Морські академії США широко інтегрують комплексні симулятори для підготовки штурманів та інженерів, поєднуючи VR-сценарії з індивідуальною оцінкою та сертифікацією. У Південній Кореї розробка VR-систем для моделювання машинного відділення засвідчила високе позитивне сприйняття студентами та значний потенціал VR у підвищенні ефективності морської освіти. Країни з розвинутою офшорною інфраструктурою, як-от Норвегія, активно використовують елементи VR для технічного обслуговування офшорних установок та дистанційного супроводу інженерів на судні. Дослідження, проведені у Нідерландах, показали, що ефективність формування окремих компетенцій у симуляторному середовищі може бути вищою, ніж під час безпосередньої практики на морі, що дозволяє сфокусовано розвивати конкретні навички. Українські морські навчальні заклади демонструють адаптацію до глобальних трендів. Зокрема, Херсонська державна морська академія (ХДМА) розпочала впровадження VR-технологій з 2019 року [4]. У 2021 році було відкрито лабораторію застосування симуляційної технології VR, де використовувалися VR-шоломи першого покоління для моделювання складних сценаріїв, таких як курс евакуації за допомогою

шлюпки вільного падіння та тренінги «HIGH VOLTAGE». У 2023–2024 навчальному році курсанти проходили навчання на сучасному тренажері віртуальної реальності у Морському юніон центрі завдяки ініціативі ПРМТУ. З 2024 року в ХДМА оновлено технічну базу — використовується 8 комплектів сучасних бездротових 3-D окулярів та маніпуляторів, що дозволило розширити перелік тренінгів (швартовка судна, кранові операції, експлуатація рятувальних засобів). Такий підхід забезпечує інтерактивність та підвищує практичну безпекову компетентність курсантів. Незважаючи на значний потенціал, масштабна імплементація VR-технологій пов'язана з низкою системних викликів. Серед них:

1. Економічна доцільність та інвестиції: Початкові інвестиції є значними, охоплюючи високопродуктивне обладнання (шоломи, контролери, потужні робочі станції), ліцензування програмного забезпечення та професійну розробку унікального навчального контенту.

2. Правові та етичні аспекти обробки даних: VR-системи генерують великі обсяги інформації про дії студентів. Це вимагає розробки чітких регуляторних механізмів для забезпечення інформованої згоди, анонімності та конфіденційності даних відповідно до міжнародних стандартів [5].

3. Фізична та психологічна безпека користувачів: Мінімізація ризику розвитку кіберхвороби (нудота, дезорієнтація) вимагає обов'язкового інструктажу, суворого регламентування тривалості сесій з перервами та моніторингу стану студентів.

Висновки. Впровадження VR-технологій у морську освіту є стратегічно необхідним кроком, який забезпечує підвищення якості підготовки та безпосередньо впливає на рівень безпеки мореплавства через формування стійких практичних і психофізіологічних навичок. Завдяки технологіям VR/AR та e-learning українська морська освіта отримує можливість інтеграції у міжнародний простір, підвищуючи конкурентоспроможність фахівців. Подальші дослідження мають бути зосереджені на розробці уніфікованих VR-сценаріїв та подоланні інвестиційних бар'єрів для забезпечення широкого доступу до сучасних симуляційних тренінгів у всіх морських навчальних закладах України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про підготовку і дипломування моряків та несення вахти. Міжнародна конвенція STCW. Багатостороння угода від 07 лип. 1978 р. [Чинна ред. 2010 р.]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_053#Text

2. Гузь А.М. Вплив технологій віртуальної реальності на якість сертифікаційної підготовки в морській освіті. Збірник наукових праць Педагогічні науки. 2024. №106, С. 52–59.

3. Діджиталізація в освіті та підготовці моряків. Офіційний вебсайт Херсонської державної морської академії. URL: https://ksma.ks.ua/?page_id=18614.

4. Гузь А.М., Кущенко Ю.О., Сокол А.О. Вплив знань з безпеки життєдіяльності на психофізіологічну готовність курсантів до плавальної практики на досвіді використання vr-технологій. Журнал «Наука і техніка сьогодні». 2025. № 5(46).

8. Сілютіна І.М. Етичні та правові аспекти впровадження систем штучного інтелекту в освітній процес у вищій школі. Вісник науки та освіти. 2023. №10 (16). С.850–860.

ГЕОПОЛІТИЧНЕ ТА СТРАТЕГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ПРОТОК У МІЖНАРОДНОМУ МОРСЬКОМУ СУДНОПЛАВСТВІ

Ковальчук К. О.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: к.ю.н., доц. Півторак Г. Ф.

Вступ. Протоки на сьогоднішній день відіграють дуже важливу роль у сфері міжнародного судноплавства. Вони з'єднують частини одного і того ж самого моря, різні моря, різні океани, і цим самим утворюють цілу систему морських шляхів. Наразі протоки, ріки та канали, є невід'ємною частиною світових транспортних комунікацій з різним правовим режимом, що визначається загальновизнаними принципами і нормами міжнародного права, універсальними або такими, що стосуються окремих міжнародних проток, міжнародними договорами та національним законодавством держав. Вони мають велике значення в питаннях, що стосуються забезпечення політичних, економічних і воєнно-стратегічних інтересів держав усього світу. Закріплення права усіх держав на вільне користування ними з метою морської та повітряної навігації має велике значення для розвитку економіки і забезпечення безпеки багатьох країн світу [2, с. 118].

Основна частина. Протоки мають надзвичайне значення для ефективного та безпечного функціонування цивільної авіації. Навколо проток проложено безліч міжнародних повітряних маршрутів, які відіграють вирішальну роль у повітряних сполученнях між державами. Крім того, право на проліт над міжнародними протоками є важливим фактором безпеки для багатьох країн світу. Морські протоки також мають великий вплив для нашої країни: Чорноморські протоки являються єдиним природним шляхом України до Середземного моря та Атлантичного океану [1, с. 34].

Через Малаккську, Сінгапурську та Гібралтарську протоки щорічно проходить приблизно 70 тисяч суден під прапорами майже всіх країн. Через Ла-Манш і Па-де-Кале проїжджає понад 400 тисяч суден на рік, тобто більше тисячі кораблів щодня. Сучасна свобода судноплавства у найважливіших міжнародних протоках забезпечується як спеціальними нормами, присвяченими окремим протокам, і міжнародними угодами, так і статтями Конвенції ООН з морського права 1982 р. [1, с. 33].

Віддавна протоки сприймаються як стратегічні «входи», які формують розподіл сил у регіональних і світових конфліктах. Володіння ними дає державам можливість отримувати доступ до океанських просторів, здійснювати проєкцію військової сили та керувати морськими шляхами [4, с. 112–115].

Босфор та Дарданелли підлягають регулюванню конвенції Монтре 1936 року. Цей акт гарантує право вільного комерційного судноплавства, проте вводить обмеження для проходження військових суден країн, що не мають виходу до Чорного моря [7, с. 944]. Ці вимоги відіграють вирішальну роль у забезпеченні безпеки Чорноморської зони, особливо в контексті поточної російсько-української війни.

Контроль над Гібралтарською протокою традиційно належить Великій Британії, що дає їй можливість виконувати ключову функцію у підтримці військово-морської присутності в Середземному морі [6, с. 278].

У зв'язку зі зростаючою конкуренцією між США й Китаєм важливість Малаккської протоки зростає. Для Китаю протока Малакка є головним шляхом доставки енергоресурсів із Близького Сходу та Африки. Щоб зменшити свою залежність, Китай вкладає інвестиції у створення альтернативних коридорів, зокрема в проєктах трубопроводів між Китаєм та М'янмою [3, с. 107].

Протоки відіграють вирішальну роль у геополітиці, бо вони не лише встановлюють торгові маршрути, а й визначають зони впливу держав. Для Сполучених Штатів володіння Панамським каналом уособлювало їхню перевагу у західній півкулі. Навіть після того, як у 1999 році канал був переданий Панамі, США залишили інструменти, що дозволяють впливати на його функціонування. Для Росії Чорноморські протоки — єдиний шлях

виходу з Чорного моря у Середземне море, завдяки чому вони мають велике стратегічне значення. Тому протягом багатьох століть Москва намагається посилити свій контроль над цим регіоном. Однак стабільність у Середземному морі є вирішальною для Європейського Союзу, оскільки понад 40 % енергопостачання проходить через Суецький канал і Гібралтарську протоку [5, с. 231].

Геополітична значимість усіх вище перелічених проток полягає у тому, що будь-яка регіональна суперечка в цих «тісних просторах» миттєво набуває світового масштабу. Таким чином, протоки залишаються надзвичайно важливими для глобальної економіки, безпеки та міжнародних зв'язків, а для України — ще й стратегічним елементом забезпечення морських сполучень.

Правовий режим проток, які використовуються у міжнародному морському судноплаванні, залишається складним та проблемним. Питання свободи судноплавства через протоки привертає увагу держав вже протягом багатьох років. Коли держави не можуть погодитися щодо умов користування протоками, вони передають свої суперечки до міжнародних інстанцій, проте в підсумку часто досягають згоди і вирішують спірні питання двосторонньо.

У міжнародному морському праві протоки завжди трактуються як особливі утворення, підпорядковані особливому режиму судноплавства. Головним нормативним актом у цьому питанні є Конвенція ООН з морського права 1982 року, яка встановила режим транзитного проходу.

Згідно зі статтями 37–45 Конвенції встановлено режим транзитного проходу, який передбачає свободу судноплавства та повітряного руху над протоками, що сполучають різні частини відкритого моря або виключних економічних зон. Цей режим створює найвищі гарантії для міжнародної торгівлі; типовими прикладами є Ормузька, Малаккська та Гібралтарська протоки.

Режим транзитного проходу діє у протоках, що сполучають відкритий океан або виключну економічну зону з територіальними морями прибережної держави. За таких умов судна мають право проходити без отримання попереднього дозволу, проте вони не можуть створювати загрозу безпеці чи порядку держави, власника прибережного моря (статті 17–19 Конвенції).

Міжнародне морське право, закріпивши принципи мирного та транзитного проходу, прагне збалансувати інтереси прибережних держав і глобальної спільноти. Проте практичний досвід демонструє, що навіть наявність конвенцій і міжнародних договорів не завжди забезпечує їхнє дотримання. Реальне регулювання доступу до проток визначається не лише юридичними нормами, а й співвідношенням політичних та військових можливостей.

Висновки. Отже, дослідження правового режиму міжнародних проток засвідчує, що ці географічні утворення залишаються одними з найчутливіших елементів міжнародного морського права. Їхня унікальність полягає в поєднанні природного значення з високою концентрацією політичних, економічних і безпекових інтересів держав. Саме тому врегулювання порядку проходу через протоки потребує постійного оновлення правових механізмів та узгодження норм міжнародного і національного права. Попри наявність загальновизнаних норм, практика застосування права щодо проток демонструє, що міжнародно-правові інструменти ефективні лише за умови політичної волі держав дотримуватися принципів співробітництва та рівності. Це свідчить про необхідність подальшого розвитку договірної бази, створення гнучких механізмів контролю за дотриманням конвенційних положень і вдосконалення процедур мирного врегулювання спорів.

У контексті сучасних глобальних викликів, зростання конкуренції за морські шляхи, мілітаризації регіонів та енергетичної залежності забезпечення стабільності правового режиму проток стає не лише юридичним, а й стратегічним завданням міжнародної спільноти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кузнецов С. О., Аверочкина Т. В. Протоки, що використовуються для міжнародного судноплавства: деякі аспекти визначення правового статусу та режиму. *Lex Portus: юридичний науковий журнал*. — Одеса: Видавничий дім «Гельветика». 2017. № 4. С. 31–47.
2. Явдоченко А. Г. Міжнародні протоки, річки та канали, що використовуються для міжнародного судноплавства. Полтава: ПУЕТ, кафедра правознавства. 2020. 2 с.
3. Bateman S. Regional Cooperation for Maritime Security in the Malacca Strait. *Contemporary Southeast Asia*. 2009. Vol. 31, No. 1. P. 90–112.
4. Cordesman A. The Iran-Iraq War and Western Security, 1984–87: Strategic Implications and Policy Options. London: Routledge. 1994. 342 p.
5. Kwiatkowska B. The Regime of Straits in International Law. Leiden: Sijthoff & Noordhoff. 1989. 326 p.
6. Kyle K. Suez: Britain's End of Empire in the Middle East. London: I.B. Tauris. 2011. 432 p.
7. Shaw M. N. International Law. 6th ed. Cambridge University Press. Cambridge. 2008. 1250 p.

РОЛЬ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ ЯК ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Козирева К. В.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: PhD, доц. Сурілова А. О.

Морські порти є невід'ємною частиною транспортної інфраструктури будь-якої держави з виходом до моря, проте в умовах воєнного стану їхнє значення набуває критичного характеру. Україна, яка традиційно забезпечувала понад 90% свого експорту через морські шляхи, після початку повномасштабного вторгнення зіткнулася з безпрецедентними викликами для портової системи. Блокада Чорного та Азовського морів, руйнування інфраструктури, мінування акваторій та постійні ракетні обстріли поставили під загрозу не лише економічну стабільність країни, але й глобальну продовольчу безпеку. У цьому контексті актуальним є комплексне дослідження ролі морських портів як об'єктів критичної інфраструктури та аналіз механізмів їх функціонування в екстремальних умовах. Метою даної доповіді є визначення стратегічного значення морських портів України в умовах війни, аналіз викликів, з якими стикається портова система, та окреслення перспективних напрямів розвитку й модернізації портової інфраструктури для забезпечення національної стійкості та інтеграції до європейського транспортного простору.

До початку повномасштабного вторгнення російської федерації у лютому 2022 року понад 90% українського експорту здійснювалося через морські порти, а головними «воротами» країни до світових ринків були Одеса, Чорноморськ, Південний, Миколаїв, Херсон та Маріуполь. Морські транспортні вузли виконують не лише економічну, а й стратегічну, оборонну, соціальну функцію, адже саме через них здійснюється переміщення критичних ресурсів, енергоносіїв, продовольства, техніки та гуманітарних вантажів. Відповідно до Закону України «Про критичну інфраструктуру» №1650-IX, морські порти належать до категорії об'єктів, що мають першочергове значення для життєдіяльності держави та безпеки її громадян. У мирний час це насамперед економічний чинник, але в умовах війни — це елемент національної оборони [1, 3].

Починаючи з 2022 року, українські порти опинилися в безпрецедентно складній ситуації. Внаслідок російської агресії значна частина портової інфраструктури була зруйнована або виведена з ладу. За даними Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України, понад 400 об'єктів морської інфраструктури зазнали пошкоджень чи знищення, серед них причали, зернові термінали, нафтобази, склади, судноремонтні доки. Блокада Чорного та Азовського морів, мінування акваторій, обстріли дронів і ракет призвели до фактичного паралічу роботи більшості портів. Особливо постраждали Маріупольський, Бердянський, Миколаївський і Херсонський порти, які перебували під окупацією або постійними обстрілами. Разом з тим, попри масовані атаки, українські порти на південному заході країни — Одеса, Чорноморськ, Південний — зберегли працездатність і стали базою для створення тимчасового морського гуманітарного коридору у 2023–2024 роках. Цей коридор дозволив відновити частину експортних перевезень і став символом стійкості української портової системи [12].

Функціонування морських портів під час війни вимагає комплексного підходу до забезпечення безпеки, технічної стійкості та логістичної адаптивності. З одного боку, вони є потенційними мішенями для ракетних атак, диверсій та кібератак, з іншого — безперервність їхньої роботи критично важлива для економіки та міжнародних зобов'язань України. За даними Світового банку, втрати від блокади портів у 2022–2023 роках перевищили 10 мільярдів доларів США. Зупинка експорту зерна, металургійної продукції та енергоресурсів негативно позначилася не лише на внутрішньому ВВП, але й на продовольчій безпеці світу, адже Україна є одним із ключових постачальників зерна на ринки Азії, Африки та Близького Сходу. Саме з цієї причини міжнародна спільнота

активно підтримала створення «зернового коридору», а пізніше — його української альтернативи після виходу Росії з угоди [10].

Умови війни змусили переглянути підходи до управління портами та логістичними мережами. Сучасна концепція «стійкої інфраструктури» передбачає, що порт повинен не лише виконувати свої функції, але й мати здатність швидко відновлюватися після пошкоджень, переналаштовувати маршрути і підтримувати мінімальний рівень операційної діяльності. Українські фахівці, зокрема з ДП «Адміністрація морських портів України» (АМПУ), впроваджують нові технології, серед яких дистанційне управління, моніторинг технічного стану причалів, використання безпілотних апаратів для розвідки акваторій і виявлення мін, цифровізація документообігу через системи Port Community System. Впровадження таких технологій дає змогу підвищити прозорість, мінімізувати корупційні ризики й оптимізувати вантажопотоки навіть у кризових умовах [4].

Досвід функціонування портів під час війни засвідчує важливість людського чинника. Працівники портової галузі демонструють високий рівень професіоналізму, патріотизму та самовідданості. Наприклад, співробітники Херсонського морського порту під час окупації зберегли технічну документацію, дані про вантажі й обладнання, що дозволило оперативно відновити роботу підприємства після звільнення міста. У порту Одеси, незважаючи на численні обстріли, технічні служби забезпечували ремонт причалів, складів та електромереж, використовуючи мобільні генератори й модульні конструкції. В Чорноморську було розгорнуто тимчасові склади для зберігання зерна та олії, що дозволило продовжити експорт навіть у періоди, коли судноплавство було обмежене. Такі приклади демонструють не лише стійкість системи, а й здатність української логістики до гнучкого реагування.

Значну роль у забезпеченні роботи портів відіграє міжнародна співпраця. Україна активно працює з партнерами з Європейського Союзу, НАТО, а також міжнародними фінансовими інституціями, зокрема ЄБРР та Світовим банком, щодо модернізації портів і відновлення критичної інфраструктури. ЄС підтримує проекти з підвищення кібербезпеки портів, інтеграції до системи TEN-T (Trans-European Transport Network), що дозволить українським портам стати частиною європейських логістичних ланцюгів. Окрему увагу приділено розвитку Дунайських портів — Рені, Ізмаїл та Усть-Дунайськ — які стали альтернативним маршрутом для експорту після блокади Чорного моря. Згідно з даними Європейської бізнес-асоціації, у 2024 році ці порти забезпечили близько 35% загального експорту зернових з України, що стало рекордним показником для дунайського регіону [11].

Ключовим напрямом розвитку портової системи в сучасних умовах є цифровізація. Використання технологій штучного інтелекту, інтернету речей (IoT), блокчейну та систем моніторингу дозволяє не лише підвищити ефективність роботи, але й створити цифрових «двійників» портів (Digital Twin), які моделюють усі процеси в режимі реального часу. Такі рішення вже впроваджуються в Одеському та Чорноморському портах для аналізу пропускнуєї спроможності, прогнозування аварійних ситуацій і координації з морськими службами. Відповідно до дослідження «Digital Twins for Ports» (2023), подібні технології є одним із найефективніших інструментів управління стійкістю портової інфраструктури у кризових умовах [8].

Паралельно відбувається інтеграція українських портів у міжнародні безпекові структури. Україна бере участь у програмі НАТО з безпеки критичної підводної інфраструктури, спрямованій на моніторинг морських комунікацій, кабелів та об'єктів зв'язку. Це дає можливість обмінюватися розвідувальною інформацією, використовувати передові технології виявлення загроз і підвищувати рівень координації між цивільними та військовими структурами. Такий підхід відповідає світовій практиці, де морські порти розглядаються не лише як транспортні вузли, а як частина системи національної безпеки.

Варто також зазначити, що війна стимулювала появу нових моделей управління портами. Якщо раніше більшість українських портів діяли за класичною схемою — як

державні підприємства з централізованим управлінням, то сьогодні все частіше обговорюється модель державно-приватного партнерства, яка дозволяє залучати інвестиції, сучасні технології та управлінські практики. Прикладом може бути концесія портів «Ольвія» та «Херсон», укладена ще до війни, але актуальна й нині як інструмент модернізації. Така практика широко використовується у світі — від портів Роттердама до Сінгапуру — і може забезпечити гнучкість, ефективність та фінансову стабільність української портової галузі [6].

Соціально-економічний вплив портів під час війни залишається колосальним. Вони створюють робочі місця, забезпечують валютні надходження, підтримують транспортні ланцюги і дають змогу утримувати рівновагу на внутрішньому ринку. У 2024 році морські порти України перевалили понад 97 мільйонів тонн вантажів, з яких 60 мільйонів тонн припало на агропродукцію. Це свідчить про поступове відновлення обсягів експорту, навіть попри воєнний стан. Водночас, знищення інфраструктури в Миколаєві та Херсоні створює потребу в масштабних інвестиціях у відновлення. За оцінками Міністерства інфраструктури, на відбудову портів після війни необхідно щонайменше 1,5–2 мільярди доларів.

Не менш важливою складовою є нормативно-правове забезпечення. Війна продемонструвала необхідність оновлення системи управління критичною інфраструктурою. Українське законодавство повинно передбачати оперативні механізми реагування на загрози, систему оцінки ризиків, планування безперервності діяльності (Business Continuity Planning) і створення кризових штабів на місцях. Корисним орієнтиром у цьому напрямі є європейська Директива 2008/114/ЕС про визначення та захист критичної інфраструктури, яка вимагає від держав забезпечення захисту найважливіших об'єктів у транспортній, енергетичній і комунікаційній сферах. Інтеграція України до європейського простору безпеки вимагає гармонізації національних стандартів із міжнародними, включаючи ISO 22301, ISO 27001 та рекомендації Міжнародної морської організації (ІМО) [2].

Важливою тенденцією стає перехід від традиційної портової логістики до концепції «смарт-порту». Це означає створення єдиного цифрового середовища, у якому взаємодіють усі учасники процесу — судновласники, експедитори, митні служби, прикордонники, оператори складів. Концепція «smart-cluster», запропонована українськими науковцями, передбачає формування дворівневих смарт-кластерів, що об'єднують порти, транспортні вузли, логістичні компанії та науково-дослідні установи. Такий підхід дозволяє створити синергію між державним та приватним секторами, знизити витрати, підвищити безпеку і привабливість портів для інвесторів [5].

Отже, морські порти України є не лише економічними центрами, а й об'єктами стратегічного значення, від яких залежить національна стійкість, енергетична безпека і здатність держави протистояти викликам війни. Їхнє функціонування в умовах воєнного стану — це приклад поєднання професійної компетентності, технологічної інноваційності та міжнародної солідарності. Для подальшого розвитку необхідно забезпечити системне фінансування, модернізацію інфраструктури, цифрову трансформацію, підготовку кадрів і інтеграцію до європейського транспортного простору. Українські порти мають усі передумови, щоб після перемоги стати сучасними логістичними хабами Чорноморського регіону, здатними забезпечити стабільність, конкурентоспроможність і безпеку держави у XXI столітті.

Дослідження підтверджує, що морські порти України в умовах війни виконують функції, що виходять далеко за межі звичайної транспортно-логістичної діяльності, стаючи елементом національної безпеки та економічної стійкості держави. Незважаючи на масштабні руйнування інфраструктури, мінування акваторій та постійні загрози з боку агресора, українська портова система продемонструвала здатність до адаптації через впровадження цифрових технологій, створення альтернативних маршрутів експорту та ефективну міжнародну співпрацю. Ключовими напрямками розвитку є модернізація

інфраструктури на базі концепції «смарт-портів», інтеграція до європейської транспортної мережі TEN-T, залучення інвестицій через державно-приватне партнерство та гармонізація національних стандартів безпеки з міжнародними вимогами. Успішна реалізація цих завдань дозволить українським портам після завершення війни стати сучасними логістичними хабами Чорноморського регіону, здатними забезпечити конкурентоспроможність національної економіки та стабільність міжнародних торговельних зв'язків у довгостроковій перспективі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про критичну інфраструктуру: Закон України від 16.11.2021 р., № 1882-IX: станом на 21 вер. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>
2. Про стійкість критично важливих суб'єктів та скасування Директиви Ради 2008/114/ЄС: Директива Європейського Парламенту і Ради (ЄС) від 14.12.2022 р., № 2022/2557 станом на 27 гр. 2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/9a3_002-22#Text
3. Белашов Я. Підвищення транзитної привабливості морських портів України. Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. 2022. №2. С.78–89. URL: <https://journals.knute.edu.ua/foreign-trade/article/view/48>
4. Лайко О., Алексєєвська Г., Михайленко В. Методика оцінювання можливостей портової інфраструктури водного транспорту України. Науковий вісник Міжнародної асоціації вчених. 2024, № 10(1). С. 33–41
5. Кирильова О. В., Кирильова В. Ю. Смарт-кластери в портовій системі України. Розвиток транспорту. 2025. № 2(15). С. 112–123. URL: <https://journals.onmu.in.ua/index.php/journal/article/view/472>
6. Морський сектор забезпечує продовольчу безпеку України. Європейська Бізнес Асоціація, 2025. URL: <https://eba.com.ua/en/marine-sector-provides-food-security-for-ukraine>
7. Novikova A. M., Symonenko R. V. Sea Ports of Ukraine during the Russian Aggression. European Journal of Maritime Research. 2022. (дата звернення 25.10.2025).
8. Digital Twins for Ports. arXiv preprint arXiv:2301.10224. 2023. URL: [Lhttps://arxiv.org/abs/2301.10224](https://arxiv.org/abs/2301.10224)
9. Nahirniak V.-M., Ivanov-Kostecky S. O. Restoration of Ukraine's Port Infrastructure: Ways and Challenges. Scientific Journal of Lviv Polytechnic National University. 2025. URL: <https://science.lpnu.ua/sa/all-volumes-and-issues/volume-7-number-3-2025/restoration-ukraines-port-infrastructure-ways-and>
10. Modernizing Ukraine's Transport and Logistics Infrastructure. Centre for Strategic & International Studies (CSIS). 2023. URL: <https://www.csis.org/analysis/modernizing-ukraines-transport-and-logistics-infrastructure>
11. Marine Sector Provides Food Security for Ukraine. European Business Association. 2025. URL: <https://eba.com.ua/en/marine-sector-provides-food-security-for-ukraine>
12. Reuters. Ukraine Needs €500 Million to Rebuild Critical Port Facilities Damaged by War. 2025. URL: <https://www.reuters.com/world/ukraine-needs-500-million-euros-rebuild-critical-port-facilities-damaged-by-2025-05-30/>

КОНЦЕСІЙНЕ УПРАВЛІННЯ МОРСЬКИМИ ПОРТАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МОРЕПЛАВСТВА В УКРАЇНІ

Комендантова Є. Г.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: Сурілова А. О.

Вступ. Морський порт, беззаперечно, є критичною складовою економічної системи України, а гарантування його безпеки та функціональності можна сміливо назвати одними із визначальних факторів національної та енергетичної стабільності країни. На теперішній час, аналізуючи безпрецедентні виклики сьогодення, з якими стикається наша українська держава, варто відмітити ту трансформацію, яку переживає морська галузь України через воєнні злочини країни-агресора у вигляді постійних знищень і руйнацій інфраструктури, блокування портів та обмеження судноплавства.

Основна частина. Так, дійсно, через такі події запорука безпеки мореплавства стає одним із ключових та актуальних завдань України. При цьому, державний контроль, навіть який він би дієвий не був, не може повністю закрити потребу ефективності портів та безпеки руху морських суден, адже таке завдання лягає ще й на сучасні інструменти залучення інвестицій. Саме концесійні механізми управління портами, які поєднують у собі приватні ресурси та державний контроль, можуть допомогти зазначеному питанню.

Згідно п.11 ст. 1 Закону України «Про концесію», концесія — це така форма здійснення державно-приватного партнерства, що передбачає надання концесіодавцем концесіонеру права на створення та/або будівництво та/або управління об'єктом концесії, та/або надання суспільно значущих послуг на умовах, визначених концесійним договором, а також передбачає передачу концесіонеру переважної частини операційного ризику, що охоплює ризик попиту та/або ризик пропозиції. Тобто у даному випадку ідеться мова про спільне управління державною власністю, співпраця між державою та приватними суб'єктами [1].

Завдяки здійсненню концесійного управління об'єкти портової інфраструктури залишаються у власності держави, в той час як до них залучаються приватні оператори для експлуатації та обслуговування для підвищення ефективності і необхідного рівня технологічного обслуговування і безпеки. Такий підхід передбачений принципами Конвенції ООН з морського права 1982 р про те, що обов'язок держави є забезпечення безпечного судноплавства у своїх портах [2]. При цьому, необхідно підкреслити те, що концесія морських портів не передбачає передачі права власності на об'єкт концесії, а лише забезпечує делегування функцій під наглядом держави. Варто також зазначити, що така форма партнерства насправді не є новою, а радше вже усталеною практикою як міжнародного, так і національного права.

Зупиняючись на питаннях безпеки мореплавства варто зазначити, що це комплексне поняття, яке охоплює технічну, навігаційну, фінансову безпеку. Таке державно-приватне партнерство, як концесія, сприяє модернізації інфраструктури, автоматизації процесів та допомагає забезпечити відповідності усіх вимог міжнародним стандартам, встановленим ІМО — Міжнародною морською організацією. Крім того, із значущих переваг концесії морських портів можна назвати залучення довгострокових приватних інвестицій у морський сектор економіки держави, можливість застосування ефективного управління та новітніх інженерних розробок, створення конкурентного середовища та ефективного використання капіталу, створення нових робочих місць і інші [3].

До прикладів, які підтверджують вищезазначені очікувані результати від концесії можна привести реалізацію концесійного договору у спеціалізованому морському порті «Ольвія» [4].

Об'єктом концесії став цілісний майновий комплекс, який включав майно Державного підприємства «Стивідорна компанія “Ольвія”», Адміністрації морських портів України та інших об'єктів, які були спеціально збудовані відповідно до умов

договору. За результатами концесійного конкурсу концесіонером стала компанія QTerminals, яка є одним із провідних портовий операторів Держави Катар. QTerminals інвестувала в розвиток порту приблизно 3,4 млрд грн, що є однією з найбільших прямих інвестицій у портову галузь України за останні 30 років. Зазначені коцесійні відносини дали змогу продемонструвати, що таке залучення приватного капіталу дозволяє оновити технічну базу (оновлення терміналів, перезавантажувальних комплексів), що створює передумови підвищення рівня безпеки та підвищення конкурентноспроможності порту, що, в свою чергу, допомагає покращити стійкість порту до різноманітних ризиків [5].

Попри наявні переваги такого інструменту управління морськими портами, як концесія варто зазначити і ризики, які несуть за собою такі відносини. Тут варто відмітити, що для успішного укладання договору концесії необхідно створити баланс між безпекою та приватними інтересами, і компроміси у даному випадку (під час воєнного стану і тих ризиків, який він несе для інвесторів) не може йти мови. Можна також помітити і такі наявні проблеми, як труднощі із порушенням режиму безпеки та безперервності державного контролю. Усі необхідні ключові аспекти щодо безпеки, як от реагування на надзвичайні ситуації в умовах воєнного стану, необхідні бути включеними до концесійного договору. ІМО встановлює базові стандарти безпеки, виконання яких є обов'язком держави-прапора та держави-порту. У випадку концесії таке управління має відбуватися згідно установлених вимог міжнародних актів у договірних відносинах, зберігаючи пріоритет державних інтересів у сфері безпеки мореплавства.

Висновки. Таким чином, можна зазначити, що концесійне управління морськими портами є ефективним інструментом економічного відновлення, який, окрім зазначеного, виступає своєрідною гарантією підвищення безпеки мореплавства. У перспективі післявоєнного відновлення української морської інфраструктури концесія морських портів може стати основним важелем для формування стійкої, безпечної та конкурентноспроможної морської системи. Впровадження концесійних проєктів сприятиме не лише економічному розвитку, а й зміцненню національної безпеки, посиленню міжнародної довіри до України як надійного морського партнера.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про концесію : Закон України від 03.10.2019 р. № 155-IX. Відомості Верховної Ради України (ВВР). Ст. 60. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/155-20#Text>
2. Про ратифікацію Конвенції Організації Об'єднаних Націй з морського права 1982 року та Угоди про імплементацію Частини XI Конвенції Організації Об'єднаних Націй з морського права : Закон України від 03.06.1999 р. № 728-XIV. Відомості Верховної Ради України (ВВР). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/728-14#Text>
3. Попович Д.В. Концесія як форма державно-приватного партнерства: сутність, переваги і недоліки застосування. Економіка: реалії часу. Науковий журнал. 2015. № 1 (17). С. 49–50. URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2015/No1/49-53.pdf>
4. Інструкція для претендентів : Проєкт щодо передачі в концесію майна державного підприємства «Стивідорна компанія “Ольвія”» і майна державного підприємства «Адміністрація морських портів України». Міністерство інфраструктури України. URL: https://mtu.gov.ua/files/FILES_FOR_CONCESSION_PROJECTS/proekt-koncesii-u-portu-olviya/Olvia_Tender_Documentation/Olvia_Tender_Documents_UKR.pdf
5. Концесія спеціалізованого морського порту «Ольвія». Агенція з питань підтримки державно-приватного партнерства. URL: <https://pppagency.gov.ua/project/olvia-specialized-seaport-concession/>

АДАПТАЦІЯ НОВАЧКА В ЕКІПАЖІ: ПСИХОЛОГІЧНІ ТРУДНОЩІ ПЕРШИХ РЕЙСІВ

Корольков Д. І.

ВСП «Морський фаховий коледж ХДМА»

Науковий керівник: Єфремова Г.Ю

Вступ. В умовах сучасного мореплавства проблема адаптації новачка в екіпажі є надзвичайно актуальною. Світове судноплавство розвивається дуже стрімкими темпами. Розвиток новітніх технологій, інтенсивна глобалізація, стрімка зміна реалій сьогодення — все це вимагає від молодих спеціалістів високого рівня професійної підготовки та надзвичайної психологічної стійкості. Зміна звичного середовища, довготривала ізоляція, замкнений простір, багатонаціональний екіпаж, сувора ієрархія, екстремальні умови праці — все це потребує від новачка добре розвинених адаптаційних навичок. Як зазначає Н. М. Єфтені, соціально-психологічна адаптація є головною умовою продуктивної діяльності моряка, оскільки від неї залежить якість виконання функціональних обов'язків і безпека всього екіпажу [1]. У цій статті розглянуто основні труднощі, з якими стикаються молоді спеціалісти під час перших рейсів, розкрито психологічні особливості процесу адаптації моряків та проаналізовано фактори успішної адаптації.

Основна частина. Психологічна адаптація на новому робочому місці — це процес пристосування людини до нових умов професійної діяльності та міжособистісних відносин. Адаптація новачка в морському екіпажі має певні особливості, тому що вона відбувається в умовах замкнутого простору та ізоляції від зовнішнього світу. Тому психологічна напруга відчувається особливо гостро, а взаємовідносини між членами екіпажу набувають вирішального значення для успішного пристосування до життя і роботи на борту. Психологічна готовність до роботи в складних морських умовах передбачає емоційну витривалість, вміння швидко підлаштовуватися до змінних обставин, вимагає мати розвинену комунікативну гнучкість, здатність підтримувати позитивну атмосферу та вирішувати конфлікти мирним шляхом. Важливим є також уміння зберігати самоконтроль і холонокровність у стресових чи аварійних ситуаціях, здатність приймати виважені рішення та підтримувати психологічну рівновагу, навіть за умов фізичного виснаження.

Основні психологічні труднощі перших рейсів

Для новачків перші рейси є періодом особливо інтенсивного психоемоційного навантаження, адже вони вперше стикаються з реаліями морського життя, яке суттєво відрізняється від звичних умов на березі.

Серед найбільш поширених психологічних труднощів можна виділити:

1. Почуття ізоляції та самотності.

Моряки вимушені проводити тривалий проміжок часу далеко від своєї родини, друзів і звичного соціального середовища. Це створює серйозне психоемоційне навантаження. Довготривала ізоляція, у поєднанні з монотонністю роботи, обмеженим простором і постійною напругою, може призводити до емоційного виснаження, апатії, тривожності або навіть депресивних станів. Відсутність можливості повноцінного відпочинку, нестабільний графік сну, сувора дисципліна та відчуття самотності лише посилюють ці прояви. За спостереженнями Безлуцької О.П., стан ментального здоров'я моряків має прямий вплив на ефективність виконання службових обов'язків і загальну безпеку мореплавства [2]. Психологічно виснажений член екіпажу втрачає концентрацію уваги, швидкість реакції та здатність логічно оцінювати ситуацію, що значно підвищує ризик помилок під час виконання службових обов'язків. У стані емоційного виснаження або перевтоми моряк може приймати необґрунтовані рішення, неадекватно оцінювати небезпеку, повільно реагувати на зміни в обстановці. Особливо небезпечними такі прояви стають у критичних або аварійних ситуаціях, коли від злагодженості та точності дій кожного члена екіпажу залежить безпека судна та всіх, хто перебуває на борту.

2. Психологічні страхи моряків.

Професія моряка пов'язана з підвищеною відповідальністю, небезпекою та невизначеністю, які формують певні страхи та впливають на психоемоційний стан.

Страх перед відповідальністю

Новачки, які не мають досвіду, хвилюються через можливість зробити помилку під час виконання професійних обов'язків. У екстремальних або аварійних ситуаціях цей страх загострюється, впливає на швидкість і точність прийняття рішень. Цей страх посилюється постійним контролем з боку старших за званням.

Страх аварій і стихійних явищ

зумовлений потенційною небезпекою морських штормів, пожеж, технічних несправностей та інших непередбачуваних ситуацій. Постійна готовність до ризику формує підвищену тривожність і напруженість, особливо під час складних переходів або роботи у небезпечних районах.

Страх втрати контролю

Ієрархічна структура на судні, суворі дисципліна та обмеження свободи дій формують у моряків особливе відчуття залежності від наказів старших офіцерів. Постійна необхідність підкорятися, не маючи змоги впливати на ситуацію, може знижувати мотивацію, спричиняти пасивність або внутрішній протест. Це може призвести до зниження дисципліни, конфліктності чи емоційного вигорання, що безпосередньо впливає на ефективність роботи екіпажу. .

3. Конфлікти в міжособистісних стосунках.

Новачку, який вперше потрапляє на судно, зазвичай складно одразу знайти своє місце в колективі. Морський екіпаж має особливу структуру, де чітко визначена ієрархія та система підпорядкування. Це створює певні труднощі у процесі адаптації молодих моряків, які ще не звикли до специфічних вимог служби та до життя в умовах замкненого простору. Причиною конфліктів можуть бути як професійні розбіжності, так і особистісні суперечності, що виникають через різницю характерів, звичок чи поглядів. Неможливість дистанціюватися від подразників тільки загострює конфлікти та підсилює рівень напруження. Як зазначають І. П. Гончарук, А.І. Головань саме від стилю управління та комунікаційної культури команди залежить рівень психологічного комфорту на судні [3]. Автори підкреслюють, що відкритість до діалогу та взаємоповага між членами команди сприяють створенню сприятливого морально-психологічного клімату. Тому головною умовою попередження конфліктів є налагодження ефективної комунікації в колективі. Відвертість у спілкуванні, уважне ставлення до потреб кожного члена екіпажу та підтримка з боку керівництва допомагають запобігати виникненню конфліктних ситуацій.

4. Стрес через нові умови праці.

Робота на морі вимагає від людини високого рівня психологічної стійкості. Моряк повинен вміти зберігати спокій, холонокровність та здатність діяти оперативно навіть у найскладніших і непередбачуваних обставинах. Зміна кліматичних умов, різниця температур, шум двигунів, постійна хитавиця, обмеження особистого простору, новий колектив, зміни у харчуванні та сні, а також відсутність звичних умов побуту створюють емоційне перевантаження. Усе це потребує від моряків високої психологічної стійкості та мобілізації внутрішніх ресурсів для ефективного пристосування до нових умов.

5. Культурна адаптація.

Екіпажі на сучасних суднах є багатонаціональними. Це створює своєрідні умови для міжособистісних стосунків. Представники різних країн і культур мають власні звички, традиції, манеру спілкування та різні професійні погляди. Для новачка важливо вміти швидко при звичаюватися до культурного різноманіття екіпажу, долати мовні бар'єри та відмінності у стилях спілкування та поведінки. Для цього потрібно вміти розуміти, поважати та приймати відмінності між різними культурами та національностями. Потрібно розвивати в собі такі якості, як: толерантність, емпатія, гнучкість та стриманість.

Недостатня культурна складова може призводити до непорозумінь, конфліктів та соціальної ізоляції окремих членів екіпажу. Культурна адаптація не тільки сприяє формуванню злагодженої команди, а й забезпечує взаємоповагу та комфортне психологічне середовище на борту судна.

Фактори успішної адаптації

Процес адаптації моряка до умов праці та буденного життя на судні залежить як від індивідуально-психологічних особливостей індивіда, так і від соціального середовища, у якому відбувається професійна діяльність. Адаптація відбувається більш успішно, коли новачок чітко розуміє свої професійні обов'язки, відчуває підтримку з боку більш досвідчених колег і бачить перспективу особистісного розвитку.

Успішній адаптації сприяють наступні фактори:

- підтримка колективу (дружня атмосфера, взаємоповага, готовність допомогти та поділитися досвідом) знижує рівень тривоги та сприяє соціальній інтеграції;
- психологічна підготовка перед рейсом розвиває навички комунікації, взаємодопомоги та вирішення конфліктів;
- створення комфортних побутових умов на судні знижують рівень напруження та сприяють позитивному емоційному стану;
- чітка організація режиму праці та відпочинку допомагають уникати перевтоми, нормалізують біоритми та підтримують стабільність психологічного стану;
- психологічна стійкість допомагає справлятися зі стресом, підвищує здатність до саморегуляції.

Висновок. Отже, адаптація новачка в екіпажі — це тривалий і багатогранний процес, від якого залежить успішність подальшої професійної діяльності моряка. Вона охоплює не лише звикання до умов морського життя, а й інтеграцію в колективі, прийняття норм поведінки, традицій та цінностей морської спільноти. Перші рейси зазвичай супроводжується психологічними труднощами — почуттям ізоляції, стресом, конфліктами, культурними бар'єрами, що можуть сповільнювати процес адаптації. Тому важливо забезпечити підтримку з боку керівництва та створити сприятливу, комфортну атмосферу в екіпажі. Усвідомлення закономірностей адаптації та впровадження ефективних психологічних заходів сприятиме не лише підвищенню професійної продуктивності моряків, а й збереженню їхнього психічного здоров'я та підвищенню рівня безпеки судноплавства в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Єфтені Н. М., Соціально-психологічна адаптація особистості в морському екіпажі. URL : <https://dspace.onua.edu.ua/server/api/core/bitstreams/73cd7f07-50ba-4022-b4ae-506e366d6b92/content>
2. Безлуцька О. П., Ментальне здоров'я суднового офіцера як вагома складова частина безпеки судноплавства. Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Психологія. № 3 (52), 2021. С.15–18.
3. Гончарук І.П., Головань А.І., Організаційні і технологічні рішення профілактики стресу та покращення психологічного стану моряків на судні. Водний транспорт. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. URL : <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42>

CURRENT PROBLEMS AND SAFETY OF MARITIME TRANSPORT IN UKRAINE

Kravchenko I. S.

Maritime Applied College of Kherson State Maritime Academy

Scientific Adviser: Teacher of English Language Mishukova L.I.

Introduction. There is no doubt to say that maritime transport is considered to be the cornerstone of the entire global economy, providing over 80% of all international freight transport. For Ukraine, the maritime industry is of crucial strategic importance, as the main trade turnover of all major maritime transportations is carried out through the leading ports of Odessa, Izmail, Chornomorsk, Mykolaiv, and Kherson. The water transport complex is a multifunctional structure that meets the needs of the national economy in transportation. Sea and river ports are part of the transport and industrial infrastructure of the state. [1]

However, in modern conditions, taking into account all the realities of nowadays, maritime safety in Ukraine has been influenced by new challenges - technical, environmental, cyber, and even military ones.

Main part. Global maritime safety includes a set of urgent legal, organizational, and technical measures related to ensuring all basic norms and regulations regarding maritime commercial transportation. Among the main international documents, we can underline the SOLAS, MARPOL, and STCW Conventions, which define important standards and regulate the protection of life at sea, the prevention of pollution of the seas and oceans, and the training of ship crews. The International Convention for Safety of Life at Sea (SOLAS), administered by the International Maritime Organization (IMO), is generally regarded as the most important of all treaties concerning the safety of ships. [2]

It should be mentioned that Ukraine is also developing its own maritime safety and cybersecurity systems, implementing automated AIS and ECDIS systems, monitoring the technical condition of vessels, and, at the same time, monitoring weather and climate forecasts.

Recently, a lot of countries have faced the urgent problems of the maritime industry. And a great number of these problems have not bypassed our country as well; moreover, they have responded with a painful echo of war.

Among the most relevant ones, we want to highlight the technical exhaustion of the fleet, as a significant part of Ukrainian vessels has exceeded their standard service life, which often leads to a decrease in transportation efficiency and an increase in accidents.

Environmental challenges remain equally important, as global shipping still remains a source of marine pollution through ballast water discharges and fuel oil use.

Taking into consideration the increasing amounts of ship exhaust gases emitted worldwide, the International Maritime Organization issued some restricted maritime legislation for reducing the adverse environmental impacts arising from such emissions. That's why ship emission reduction became one of the economic and technical crucial challenges facing the ship owners and the ship operators.

The Sub-Committee on Pollution Prevention and Response (PPR) deals with all matters relating to pollution prevention and response that fall within IMO's remit. This ranges from all annexes of the MARPOL Convention through to the control and management of harmful aquatic organisms in ships' ballast water and sediments; biofouling; anti-fouling system; pollution preparedness, response, and cooperation for oil and hazardous and noxious substances; and the safe and environmentally sound recycling of ships. [3]

The impact of military operations has become a significant problem and risk for the Ukrainian fleet. With the start of a full-scale invasion in 2022, the Black Sea has become an area of increased risk and danger for the merchant fleet. Mine threats and constant port blockades have created significant restrictions on shipping and have become new, inherent realities of Ukrainian maritime communications.

The efficiency of maritime transportation is also affected by the shortage of highly

qualified specialists in the marine fleet. Despite the high level of qualification of KSMA graduates, a significant outflow of specialists abroad creates certain problems in providing the national fleet with specialists in the marine and shipbuilding industries.

A crucial challenge for the Ukrainian fleet, as well as for the entire world's maritime transportation, is the issue of cybersecurity. The use of modern automated ship control systems requires targeted protection against cyberattacks, which can significantly affect navigation processes, having negative consequences.

The Ministry for Development of Communities and Territories of Ukraine states that «The competitiveness of the domestic transport complex on the world market depends on the efficiency of ports, level of their technological and technical equipment, compliance of management and infrastructure development with modern international requirements». [1] The Ministry has made proposals to improve the level of safety. First of all, this concerns the creation of a unified database of maritime incidents, the causes and analysis of their occurrence, and direct methods for their elimination.

Another no less important measure, aimed at increasing the level of safety, is the implementation of digital monitoring of the technical condition of vessels, which provides the possibility of using digital technological innovations and AI in real time.

To prevent emergencies at sea, the usage of marine training simulators, integrated with AI, and diverse virtual trainers are proposed, which greatly contributes to the development of emergency response skills of seafarers and methods for eliminating these emergencies.

The future of seafaring lies in blending technical competence with human competence. As automation advances and crews diversify, it is empathy, communication, and self-awareness that will keep ships — and their people — safe. [4]

Since the human factor remains the most important component in safety issues, tremendous attention should be paid to strengthening the psychological training of crews, because only psychologically stable crew members will be able to adequately withstand all unexpected challenges at sea. Crewmember training and certifications also ensure that sailors follow best practices and protocols at sea. IMO generally oversees international shipping safety matters, but the organization is also responsible for preventing marine and atmospheric pollution. [5]

Conclusions. Thus, the further development prospects of maritime safety and the further development of the maritime industry in general involve the continuous implementation of automation and digital technological innovation in all shipping processes, the introduction of unmanned vessels, and the use of artificial intelligence for navigational monitoring.

At the same time, it is important not to forget about the environmental component, as the transition to “green shipping” is one of the priorities of the IMO. In my opinion, maritime safety is not only about following certain safety rules, but also about the responsibility of each ship's crew for maritime safety.

Adoption and implementation of international safety standards for the protection of lives, property, and the environment has always been a leading strategy of the maritime industry.

Nearly all world industries rely heavily on maritime shipping. It is also considered one of the safest and most environmentally friendly modes of goods transportation. [5]

The further development of maritime transport in Ukraine largely depends on the combination of modern digital technologies and AI, the fundamental knowledge and skills of each crew member, and significant support from the global community and international partnerships in the maritime industry.

REFERENCES

1. Ministry for Development of Communities and Territories of Ukraine. Water transport. URL : <https://mindev.gov.ua/en/napriamy/vodnyi-transport>
2. World Meteorological Organization. Safety at Sea. URL: <https://wmo.int/content/safety->

sea

3. Sub-Committee on Pollution Prevention and Response (PPR). URL : <http://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/PPR/Pages/default.aspx>

4. Crew Welfare Week: Why soft skills are the future of maritime leadership. URL: <https://safety4sea.com/cm-crew-welfare-week-why-soft-skills-are-the-future-of-maritime-leadership/>

5. What is Maritime Safety? URL : <https://maritime-professionals.com/what-is-maritime-safety/>

THE ROLE OF THE PARIS AND TOKYO MEMORANDUM IN ENHANCING MARITIME SAFETY

Krokosenko Kyrylo

Kherson State Maritime Academy

Supervisor: Dr. Ped. Sc., Professor Iryna Shvetsova

Introduction. Maritime transport is the backbone of the global economy, facilitating a large proportion of the world's cargo by volume. The safety, efficiency, and environmental sustainability of transportation heavily depend on the effective implementation and enforcement of international maritime conventions. Although Flag States are primarily responsible for ensuring compliance, experience has demonstrated that this mechanism alone is insufficient to prevent substandard ships from operating. Hence, the Port State Control (PSC) system has evolved as a complementary regulatory framework, enabling coastal states to inspect foreign vessels entering their ports. Within this framework, the Paris Memorandum of Understanding (Paris MoU) and the Tokyo Memorandum of Understanding (Tokyo MoU) have become the most influential regional agreements alongside others. Both organisations are committed to achieving a shared objective of enhancing maritime safety, safeguarding the marine environment, and guaranteeing that seafarers are treated fairly in terms of working and living conditions. This commitment is pursued through the implementation of comprehensive inspection and enforcement procedures.

Main part. Port State Control (PSC) is a vital component of the global maritime safety system. It enables port authorities to verify that foreign vessels comply with international conventions established by the International Maritime Organization (IMO) and the International Labour Organization (ILO). Through systematic inspections, PSC audits adherence to standards related to safety, environmental protection, and crew welfare, as prescribed by instruments such as SOLAS, MARPOL, STCW, the ISM Code, and the MLC.

Should significant deficiencies be identified, a ship may be detained until corrective measures are taken. Nevertheless, PSC plays a crucial role in strengthening the integrity of the shipping industry and preventing substandard practices. This complementary mechanism supports the oversight functions of Flag States and classification societies, forming a key element in maintaining global shipping standards. The Paris Memorandum of Understanding (Paris MoU) was established in 1982 as a response to a series of maritime disasters in the 1970s, notably the Amoco Cadiz oil spill. The need for a robust mechanism to ensure compliance with international maritime standards became evident after these incidents. The Memorandum was initially signed by 14 European countries and has since expanded to include 28 Member States from Europe and the North Atlantic basin. The mission of the Paris MoU is to eliminate substandard shipping by inspecting vessels within the region using a risk-based methodology. This approach ensures that merchant ships operating in the area comply with international safety, security, and environmental standards, and that crew members enjoy adequate working and living conditions in accordance with international maritime labour standards. Furthermore, the Paris MoU publishes annual White, Grey, and Black Lists, which rank Flag States according to their compliance records [1; 2].

Flags included on the White List demonstrate a consistently high level of compliance with international standards. Vessels flying these flags are considered low-risk and are therefore subject to fewer inspections. Such ships are less likely to be detained and generally maintain a positive reputation within the maritime community. The Grey List comprises flags that exhibit an average level of performance. Ships registered under these flags undergo a standard degree of scrutiny. This list serves as a transitional category for administrations that are either improving their performance or have slightly declined but are not yet classified as high-risk. Flags appearing on the Black List are associated with poor performance and a high number of deficiencies and detentions. Vessels flying these flags are inspected more frequently and face a greater likelihood of detention. The Black List thus serves as a cautionary indicator to

shipowners and operators regarding the elevated risks linked to such registrations [1].

Once a year, the Port State Control Committee — the executive body of the Paris MoU — meets in one of the Member States. The Committee discusses policy issues related to the regional implementation of port State control, reviews the work of the Technical Evaluation Group and task forces, and makes decisions on administrative procedures. To fulfil its mission, the Paris MoU conducts around 18,000 inspections each year. The results of these inspections are published for individual ships as well as in broader information reports. Inspection data can also be downloaded in bulk. To promote harmonisation among Member Authorities, the Paris MoU organises training sessions and seminars for its Port State Control Officers (PSCOs) [2].

The Paris MoU is actively involved in international meetings and initiatives aimed at improving harmonisation in the field of port State control inspections. Each year, the Paris MoU participates in the IMO Sub-Committee on the Implementation of IMO Instruments (III Sub-Committee), where information is shared regarding inspection results from the previous year. Meeting documents are often submitted jointly with other MoUs. A notable example is the joint submission by the Paris MoU, the Tokyo MoU, and the United States Coast Guard on «underperforming Flag Administrations».

The Paris MoU also maintains strong relationships with other regional port State control agreements by attending their Committee meetings when time and resources allow. In 2024, the Paris MoU attended in person the meetings of the Caribbean MoU, the Indian Ocean MoU, and the Tokyo MoU, while other meetings were attended online whenever possible [3].

In contrast to the European framework, the Tokyo MoU operates within the Asia-Pacific region, pursuing similar objectives under different regional conditions. The Tokyo MoU is one of the most active regional port State control organisations in the world, comprising 22 Member Authorities. Its main objective is to establish an effective port State control regime in the region through the cooperation of its members and the harmonisation of their activities, in order to eliminate substandard shipping, promote maritime safety, protect the marine environment, and safeguard working and living conditions on board ships [4].

The Tokyo MoU conducts an annual evaluation of its inspection results and the performance of its risk assessment system. This evaluation involves analysing inspection data, identifying trends in deficiencies, and assessing the performance of Flag States and Recognised Organisations. Based on this annual evaluation, the Tokyo MoU may implement data-driven updates to the Ship Risk Profile (SRP). These updates ensure that the classification system accurately reflects the current risk profiles of ships operating in the Asia-Pacific region. Feedback from Member States is also a critical component of the review process. Member States report on their inspection experiences and any challenges encountered, contributing to a collective effort to enhance the classification and inspection system [1].

Similar to the Paris MoU, the Tokyo MoU carries out regular inspections to verify compliance with international conventions. Its Asia-Pacific Computerised Information System (APCIS) facilitates real-time exchange and analysis of inspection data, enabling the identification of high-risk vessels and the prevention of duplicate inspections.

The risk-based inspection regimes of the Paris and Tokyo MoUs create strong incentives for shipowners and operators to maintain high standards of safety and environmental compliance. Vessels with poor inspection records face increased scrutiny, potential detentions, and reputational damage. Conversely, compliant ships benefit from fewer inspections and a positive reputation, which can attract additional business. Non-compliance with MoU standards can result in ship detentions, leading to significant financial losses for owners due to delayed schedules and repair costs. Detained vessels must rectify all deficiencies before being permitted to resume operations, ensuring that substandard ships are promptly brought up to acceptable standards [1].

One of the key criticisms of the MoUs concerns the potential for regional disparities in enforcement. While the MoUs aim to achieve harmonisation, differences in inspection practices, resources, and priorities among Member States can lead to inconsistencies. Efforts to standardise

procedures and training are ongoing to address these disparities.

Although the risk-based inspection regimes are effective, they can also create an administrative burden for shipping companies. Maintaining compliance, keeping inspection schedules, and managing documentation all require substantial resources. Nevertheless, the benefits of compliance generally outweigh these challenges. Striking a balance between rigorous inspections and the efficient flow of maritime trade remains an ongoing challenge. Excessive inspections can cause delays and disrupt trade, whereas insufficient inspections can compromise safety and environmental protection. The MoUs continually strive to optimise this balance through risk-based approaches and technological advancements [1].

Comparative Analysis of Inspection Results. A small-scale study was conducted to compare the detention rates of some typical vessel types, such as bulk carriers, containers, and oil tankers, and to identify differences between them under the two Memoranda. The following tables present comparative detention rates of major ship types under the Paris and Tokyo MoUs from 2022 to 2024.

Table 1 – Detention rates of different ship types under the Paris MoU (2022–2024) [5].

Ship type	2022			2023			2024		
	Number of inspections	Inspections with detentions	Detention rate, %	Number of inspections	Inspections with detentions	Detention rate, %	Number of inspections	Inspections with detentions	Detention rate, %
Bulk carrier	4107	205	5,0	3797	137	3,6	3839	181	4,7
Container	1864	47	2,5	1855	39	2,1	1921	20	1,0
Oil tanker	1318	32	2,4	1181	35	3,0	1009	24	2,4

A comparison of these datasets highlights regional variations in inspection stringency and compliance levels.

Table 2 – Detention rates of different ship types under the Tokyo MoU (2022–2024) [6].

Ship type	2022			2023			2024		
	Number of inspections	Inspections with detentions	Detention rate, %	Number of inspections	Inspections with detentions	Detention rate, %	Number of inspections	Inspections with detentions	Detention rate, %
Bulk carrier	9633	247	2,6	12130	467	3,8	13144	472	3,6
Container	4451	76	1,7	5615	174	3,1	5889	139	2,4
Oil tanker	3104	90	2,9	4043	153	3,8	3917	116	3,0

These statistics demonstrate regional differences in inspection intensity and outcomes. Detention rates under the Paris MoU are generally higher for bulk carriers, indicating stricter enforcement or higher levels of non-compliance within that region. Container ships demonstrate optimal performance under both MoUs, with a clear downward trend observed under the Paris MoU. Oil tankers show relatively stable detention rates in both regions, suggesting effective

compliance management.

Overall, the Paris MoU reflects stricter enforcement and greater variability, while the Tokyo MoU exhibits greater consistency in enforcement. These findings suggest that both MoUs play complementary roles in promoting maritime safety through regionally adapted port State control regimes. Despite close cooperation, inspection standards remain uneven due to differences in inspector training, legal frameworks, and the subjective professional judgment of individual PSC Officers.

Taken together, the comparative analysis reveals both convergence and divergence in enforcement practices across regions. Such discrepancies emphasise the need for ongoing harmonisation of inspection procedures and the exchange of best practices among the regional MoUs. Strengthening cooperation mechanisms, such as joint training programmes, unified inspection guidelines, and data-sharing initiatives, could reduce disparities and facilitate the overall effectiveness of Port State Control worldwide. The findings obtained from the analysis serve as a basis for drawing the following conclusions.

Conclusion. The Paris and Tokyo MoUs on Port State Control have played a transformative role in enhancing maritime safety, environmental protection, and working conditions on board ships. Through their risk-based inspection regimes, international collaboration, and commitment to harmonized standards, the MoUs have set a benchmark for the global maritime industry. While challenges remain, the MoUs continue to evolve, driven by technological advancements and a shared commitment to a safer and more sustainable maritime future. Their impact on the maritime industry is profound, promoting compliance, improving standards, and safeguarding the global maritime environment and seafarers.

The close cooperation between the Paris MoU and the Tokyo MoU has served as a cornerstone of their collective success. By aligning inspection procedures, exchanging data, and conducting joint Concentrated Inspection Campaigns, these two regimes have established a unified front against substandard shipping practices. This coordination reduces overlapping inspections and ensures that ships operating across different regions are subject to consistent standards and oversight.

Fostering greater alignment among regional agreements would enable the international maritime community to reinforce a more consistent application of safety and environmental standards, ultimately contributing to safer, cleaner, and more efficient global shipping operations.

REFERENCES

1. Analysis of the Paris and Tokyo Memoranda of Understanding (MoUs) on Port State Control. Lexology. URL : <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=55926c0b-0e61-47d3-b26d-6fc7a56c2de9>
2. Paris MoU Annual Report 2024. Paris Memorandum of Understanding on Port State Control. URL : <https://parismou.year.report/parismou/>
3. Paris MoU International Cooperation. Paris Memorandum of Understanding on Port State Control. URL : <https://parismou.year.report/international-cooperation/>
4. Tokyo MoU on Port State Control. Tokyo Memorandum of Understanding. URL : <https://www.tokyo-mou.org/>
5. Paris MoU Annual Reports 2022–2024. Paris Memorandum of Understanding on Port State Control. URL : <https://x.parismou.org/publications-category/annual-reports>
6. Tokyo MoU Annual Reports 2022–2024. Tokyo Memorandum of Understanding. URL : <https://www.tokyo-mou.org/annual-report/>

DYNAMIC POSITIONING OF SHIPS AS A COMPONENT OF MARITIME SAFETY SYSTEMS

Kulbashna A.

Kherson State Maritime Academy

Scientific supervisor: PhD, associate professor Ohorodnyk N.

Introduction. The development of modern maritime technology has always been driven by the need for greater precision, safety, and control at sea. As the offshore industry began to expand into deeper and more challenging waters, traditional methods of anchoring and station keeping became increasingly ineffective. Vessels engaged in drilling, construction, and support operations required a new approach. It should be one, that could maintain exact positioning even under the constant influence of wind, waves, and currents.

The need for this technology led to one of the most significant breakthroughs in marine engineering: the creation of the Dynamic Positioning System (DPS). The concept, initiated as an experimental idea in the mid-20th century, has evolved into a highly sophisticated technology integrating navigation sensors, propulsion control and advanced computing. This technology enables a vessel to be stabilised without the use of anchors.

Today, DP systems have become a cornerstone of offshore operations, ensuring both the safety and efficiency of vessels working near platforms, subsea installations, and wind farms. It is essential to understand how this system originated, how it functions, and how it has shaped maritime operations to appreciate its role in modern seafaring.

Main part. The concept of dynamic positioning (DP) emerged in the late 1950s within the offshore drilling industry, when conventional anchoring methods became impractical in deep waters. The first experimental use took place in 1961 on the drill ship CUSS I, which was equipped with four steerable thrusters and a basic sonar/taut-wire system. This configuration successfully maintained its position in waters up to 3,350 metres near Guadeloupe. [1].

The same year, Shell's Eureka vessel introduced the first automatic DP control system, which used analogue feedback to maintain position without the need for anchors. This was the start of technology that could keep stations automated. Ten years later, in 1971, the drill ship SEDCO 445 became the first purpose-built DP vessel. It was equipped with a Honeywell automatic control system specifically designed for offshore operations.

In 1977, Norway's Kongsberg Gruppen and SINTEF carried out the first live digital DP test, called "Albatross", on the Seaway Eagle [2]. These breakthroughs changed DP systems from analog prototypes into reliable digital technologies. By the 1980s, the introduction of satellite navigation systems such as GPS and DGPS made DP much more accurate and reliable. This made DP an important part of offshore drilling, cable laying, subsea construction, and marine research. This shift to digital control allowed for the integration of advanced estimation algorithms, such as the Kalman filter, which became crucial in the 1980s. By fusing data from disparate sensors (like GPS and acoustic systems), the Kalman filter significantly enhanced the accuracy and stability of position estimation by mitigating sensor noise and predicting vessel motion.

Today, it stands as one of the key technologies ensuring maritime safety and precision positioning. Following its early development, dynamic positioning evolved into a highly integrated system combining mechanical, electrical, and digital technologies. Its main purpose is to automatically maintain a vessel's position and heading by compensating for environmental forces such as wind, waves, and currents. Through the coordinated operation of multiple subsystems, the DP system allows ships to hold position safely in deep waters without anchors, even under harsh weather conditions [3].

The DP system consists of several essential components working in harmony. The power generation system provides a stable and redundant energy supply to the thrusters and control units, ensuring uninterrupted performance even in case of partial failure. The thruster system, which includes azimuth, tunnel, and podded thrusters, generates precise counteracting forces to keep the vessel steady. These units respond instantly to control signals, adjusting thrust direction

and magnitude as needed.

Accurate sensor inputs form the foundation of the entire system. Differential GPS (DGPS), gyrocompasses, motion reference units (MRUs), and acoustic positioning devices continuously feed data to the DP control computer. The control unit processes this data, calculates deviations from the desired position, and issues optimized commands to the thrusters using advanced thrust allocation algorithms [4].

This is the perfect place to explain what "thrust allocation algorithms" are. The DP control computer is used to solve a very important and complicated problem. The thrust distribution algorithm converts the single ideal required force and torque calculated by the position holding control law into specific commands for each individual motor. This is how it makes the most of the thrusters:

first, the main aim is to find a set of individual thruster commands;

second, the algorithm's main focus is on reducing power consumption. This is crucial because thrusters operating at low loads or in adverse directions waste power. It prioritizes using the most efficient thrusters first to avoid thrust conflict, also called "fighting thrusters". The algorithm uses thrusters in their most power-efficient working range, usually mid-load.

third, the algorithm takes wear and tear into account. The algorithm minimizes mechanical stress and wear by limiting the rate of change of thruster rotation angles and preventing frequent changes in tunnel thruster operating modes, protecting steering mechanisms and electrical components. Furthermore, it promotes uniform wear of identical thrusters by evenly distributing the load, thereby extending maintenance intervals.

fourth, the algorithm must respect physical and operational limits. To ensure safe and efficient operation, the algorithm must ensure maximum thrust limitations are met, account for physical limitations of the machine shaft rotation speed as magnitude and direction changes, and account for efficiency losses due to shadowing or hydrodynamic interactions between the motors and the hull.

This is accomplished using a so-called Kalman filter, a fairly advanced tool. A Kalman filter is a special type of mathematical algorithm crucial for DP systems. It estimates the vessel's true position and speed by combining noisy measurements (Differential Global Positioning System (DGPS), motion reference unit (MRU), and acoustic data) with a mathematical model of the vessel's motion and environmental effects. The filter predicts the vessel's future position and then adjusts this prediction using real-time sensor data. This means the control system always has a precise and accurate idea of the vessel's position, even if individual sensor signals are intermittent or distorted by noise and rough seas. [5; 6, p. 136-137]

Finally, the human-machine interface allows operators to monitor and adjust the system through visual displays, controls, and alarms. The system functions on its own, but the operator makes sure it works properly and can fix it if anything goes wrong. The DP system is an important part of offshore drilling, cable-laying and subsea operations. It makes sure that vessels are stable by combining real-time control, automation and redundancy.

As technology improved, dynamic positioning systems were put into different groups based on how well they could recover from problems. These classifications – DP1, DP2 and DP3 – show how well the system can keep working if something goes wrong. For example, a DP1 system may lose position if there is a single fault, but it is good enough for operations where the risk of failure is OK. Unlike DP1, a DP2 system makes sure that important parts of the system, like generators, switchboards and control computers, can still work if one of them stops working. As for a DP3 system, it is the most reliable, because it is completely separate from and copies all the important systems [7].

The classification of DP systems (DP1, DP2, and DP3) is defined by IMO guidelines, which specify the level of redundancy and the vessel's ability to maintain position following a worst-case single failure (WCSF). The core difference lies in the number of system failures the vessel can withstand while remaining operational.

DP1 is the lowest class. The system relies on a single chain of equipment (sensors,

power, control). A failure in any component (a generator trips, a computer crashes) will likely result in a loss of the DP capability, requiring the vessel to immediately move away from the worksite. It is suitable for less critical operations far from fixed structures, such as light survey work or standby duties.

As for DP2 it is the most common class for complex offshore work. It achieves redundancy by having duplicate systems for all critical components: two or more control computers, two or more separate power plants (connected via a switchboard that can be manually or automatically split), and multiple position reference systems. If one component fails (e.g., a generator stops), the remaining system components automatically take over, allowing the vessel to safely maintain its position and finish or safely abort the operation.

DP3 is the highest and most robust class. It uses the same redundancy as DP 2 and adds physical separation as a layer of protection. Critical components are not only duplicated but are physically located in different, watertight, and fire-separated compartments. This makes sure that if there is a really bad local event, like a fire or flooding in the engine room or thruster room, the other half of the DP system will not be affected. This means the vessel can stay in position during the incident. It is mandatory for operations where personnel are highly vulnerable, such as saturation diving, or where potential environmental damage is extreme. [7, 8]

This structured classification provides a balance between operational safety and economic feasibility. Higher-class systems cost more to buy and maintain, but they are much safer and more reliable. This is very important for offshore operations because losing your position could have severe consequences.

Dynamic Positioning systems are primarily implemented on vessels that require extreme accuracy in station-keeping where anchoring is unsafe or impractical. These include offshore drilling rigs, semi-submersible platforms, Platform Supply Vessels (PSVs), Anchor Handling Tug Supply (AHTS) vessels, cable-laying and construction ships, and Diving Support Vessels (DSVs).

DP systems are also vital for research and survey vessels that need to stay still while doing measurements or using equipment. Offshore wind farm service vessels rely on DP to maintain safe and stable positions near turbine foundations. DP technology does not need anchors, which is good for the environment and makes operations safer.

I have worked on PSVs and AHTS vessels, and I can say with confidence that Dynamic Positioning has completely changed modern offshore operations. The main advantage of DP systems is that they are very precise and reliable. They help vessels stay in one place, even when there are strong winds, currents, and rough seas. This makes them very important for operations near oil platforms, subsea structures, or wind farms. This high level of accuracy reduces the risk of collisions and structural damage, making it safer for the crew and equipment. DP systems also make things easier and more efficient. Unlike anchored vessels, DP-equipped ships can move quickly and safely, reducing the time spent loading or doing subsea operations.

However, these benefits come with challenges. DP systems depend a lot on how accurate the sensors are, how reliable the software is, and how stable the power is. Problems with the sensors, calibration, or electronics can cause the position to drift or give incorrect results. Moreover, operating DP systems requires well-trained and experienced personnel; even minor human mistakes, such as choosing the wrong mode or mismanaging thrust allocation, can result in serious incidents.

Preparing personnel for ship DP systems involves comprehensive training, continuous drills, and adherence to strict operational guidelines and checklists. The time needed to train personnel to work on ship DP systems varies, but to get a full certification you must finish a proper training course that includes a lot of time at-sea work on ships with DP. This can take from several months to a year or more, depending on the type of certification. The training includes learning the theory of DP operations and emergency procedures, as well as getting practical experience. There are specific requirements for getting an Unlimited Certificate, such as completing 60 days of DP sea time. [9]

There are alternatives to DP systems, but they are generally supplementary rather than complete replacements. Common alternatives include electronic anchoring, which maintains position using thrusters and a computer but is less complex than a full DP system. There are also various position reference systems (PRS) such as taut wire and hydro-acoustic systems that provide a fixed reference on the seabed. Remote operations from shore are increasingly being used.

So, despite challenges, DP systems remain indispensable in ensuring safety and precision in offshore operations. With proper maintenance, crew training, and continuous monitoring, they make it easy to control and stay safe when doing difficult tasks at sea.

Conclusions. Drawing on my own experience of DP operations offshore, I have come to understand that the Dynamic Positioning system is not merely a technological innovation; it represents a philosophy of precision, safety and human-machine cooperation at sea. When operated correctly, DP systems enable vessels to perform complex operations with exceptional accuracy, reliability and environmental responsibility.

These systems have become a defining element of maritime progress, ensuring that offshore support, drilling, and renewable energy vessels can operate safely and efficiently in the most challenging marine environments. While DP systems require constant attention, specialized knowledge and regular maintenance, they continue to be vital for maritime safety, navigation accuracy and operational flexibility.

REFERENCES

1. A Brief History of Dynamic Positioning. URL : <https://gcaptain.com/history>
2. The Story Behind Dynamic Positioning. Kongsberg Gruppen. URL : <https://www.kongsberg.com/newsroom/stories/2014/3/story-behind-dynamic-positioning>
3. What is Dynamic Positioning. The Nautical Institute. URL : <https://www.nautinst.org/resources-page/what-is-dynamic-positioning.html>
4. The ABC's of DP 101. The ABC Guide for Dynamic Position System. URL : https://cdn.ymaws.com/www.osvdpa.org/resource/collection/0B4D80A3-D0F9-4E4E841C113A87BFEAF7/The_ABCs_of_DP_101.pdf
5. Sasiadek J.Z, Hartana P. Sensor Data Fusion Using Kalman Filter. Conference Paper. Proceedings of the Third International Conference on Information Fusion. 2000. Vol. 2. DOI: 10.1109/IFIC.2000.859866. Source: IEEE Xplore
6. Saelid S. A Dynamic Positioning System Based on Kalman Filtering and Optimal Control. Modeling, Identification and Control (MIC). 1980. Vol. 1. Pp. DOI: 10.4173/mic.1980.3.1 · Source: DOAJ
7. IMO MSC Circular 645. Guidelines for Vessels with Dynamic Positioning Systems (adopted on 6 June 1994). Lloyd's Register Rulefinder. 2013. Version 9.19. URL : <https://denizcilik.uab.gov.tr/uploads/pages/imo-gemi-dizayn-ve-techizati/msc-circ-645.pdf>
8. MSC.1/Circ.1580. 16 June 2017. Guidelines for vessels and units with dynamic positioning (DP) systems. IMO Publications and Documents. URL : <https://www.register-iri.com/wp-content/uploads/MSC.1-Circ.1580.pdf#page=4.09>
9. Guidelines for The Training and Experience of Key DP Personnel. IMCA. M 117 Rev. 2 September 2016. URL : <https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2021/02/97.pdf>

ELECTRICAL EQUIPMENT CONDITION MONITORING SYSTEM TO PREVENT ACCIDENTS ON BOARD A SHIP

Mykhaylichenko V. I.

Kherson State Maritime Academy

Scientist supervisor: senior teacher Liashenko U. I.

Introduction. Ships use electrical equipment for power, navigation, communication and safety. If this equipment stops working, it can create dangerous situations on board a ship. short circuits, generator faults, or control system failure can cause blackout, fire or loss of control of the vessel. Marine electrical systems work in difficult conditions such as vibration, salt air, humidity and temperature changes, so they can break over time. To avoid accidents, ships use condition monitoring systems. These systems check the equipment in real time and warn the crew if something is wrong. This helps to repair the problem early and keep the ship safe. Their main goal is to check the condition of equipment in real time and inform engineers.

Main body. Electrical equipment condition monitoring is a comprehensive technology solution that employs sensor technology, data acquisition systems, and analysis platforms to perform real-time monitoring, analysis, and diagnosis of electrical equipment operational status. The system continuously collects critical parameters such as temperature, vibration, current, voltage, and partial discharge through professional sensors installed on key electrical equipment, establishing comprehensive equipment health profiles.

Modern ships and industry need very reliable electrical power. Even one small failure can stop equipment and cause big problems or financial losses. Old maintenance methods check equipment only sometimes, during planned inspections. But the equipment can break between inspections. Failures usually start slowly, so with real-time monitoring we can find small problems early and fix them before they become serious. This makes the system more safe and saves money.

To build a monitoring system, ships use many sensors, data collection units, communication networks and software. Different sensors are used for different parts of equipment. Appropriate monitoring parameters and sensor types must be selected based on different equipment characteristics. For example:

- temperature sensors for cables, switchboards and generators
- vibration sensors for motors and pumps
- voltage and current sensors for power quality

Sensors send data to a monitoring computer. If something is wrong, alarms appear in the engine control room or on the bridge. Some systems can stop equipment automatically to protect it from damage. Monitoring also helps with smart maintenance — fixing equipment before it breaks.

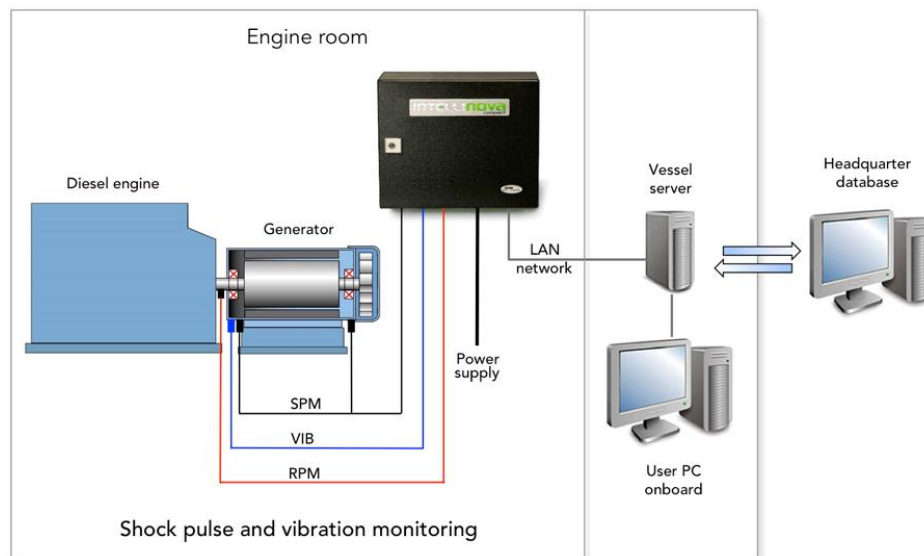
Online vs Offline Monitoring Comparison

Online condition monitoring can be defined as continuous or predictive monitoring processes, most suitable for power assets critical to enterprise productivity. This continuous monitoring approach can detect potential problems earlier, enabling engineers to identify issues before small problems evolve into serious failures. Offline condition monitoring refers to occasional or periodic processes, typically performed as part of planned maintenance. This occurs when power disconnection is required or when technicians are allowed to enter equipment areas. Due to lower inspection frequency, this method is typically used for electrical equipment less critical to productivity.

A ship works 8,760 hours per year. If a crew checks equipment only 1 hour per year, it means they see only 0.01% of equipment operation time. The other 99.99% is not observed, and problems can appear anytime.

Large shipping companies already use condition monitoring systems. For example, Maersk installed the Intellinova Compact (SPM Instrument) system on container ships to monitor generator bearings and vibration. The system gives real-time data and sends alarms if equipment shows abnormal vibration. For a ship at sea, power outages may pose a severe threat

to crew, vessel and cargo. The risk of potential blackouts must be reduced by practically all means. The generators which are now monitored online are used for vessel power generation and are rated critical since they are essential for the safe operation of vessels, especially in confined waters. Five ships with four generators per vessel have now been equipped with online condition monitoring.



Picture 1 — System configuration for engine room generators

Maersk also uses digital fuel and engine monitoring systems like Enginei. These systems check engine load, electrical power condition and fuel consumption. The system collects data such as fuel flow, engine speed, vessel position and engine load during different working modes, including transit, dynamic positioning, standby and anchor handling. Thanks to this system, the crew can change engine settings to save fuel and reduce emissions. It also supports environmental rules and it helps prevent generator overload, improve power stability and avoid failures at sea.

This examples show how digital monitoring helps shipping companies like Maersk operate safer, smarter and more efficiently.

Conclusion. Condition monitoring systems are very important for safety on ships. They help detect electrical problems early, prevent fires and blackouts, protect generators and motors, and support safe navigation. With sensors, alarms and real-time data, the crew can react quickly and avoid accidents. Therefore, electrical condition monitoring is necessary for modern marine operations and must be used on all large vessels.

REFERENCES

1. Condition Monitoring for Electrical Systems — Complete Guide. URL : <https://www.fjinno.net/condition-monitoring-for-electrical-systems-complete-guide/>
2. Maersk Line installs SPM online condition monitoring on container ships. URL : https://www.spminstrument.it/en/News/2016/Maersk-Line-installs-SPM-online-condition-monitoring-on-container-ships/?utm_source=chatgpt.com
3. Monitoring system will help Maersk manage fuel. URL : https://www.rivieramm.com/opinion/opinion/monitoring-system-will-help-maersk-manage-fuel-37985?utm_source=chatgpt.com
4. A Guide To Condition Monitoring For Electrical Infrastructure. URL : <https://www.exertherm.com/guide-to-condition-monitoring-for-electrical-infrastructure>

ПРАВОВИЙ СТАТУС АРХІПЕЛАЖНИХ ВОД У МІЖНАРОДНОМУ МОРСЬКОМУ ПРАВІ

Орищак Д. В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: к.ю.н., доц. Панченко І.М.

Вступ. У міжнародному морському праві, що є однією з найскладніших і найбільш динамічних галузей міжнародного права, особливе місце займає правовий статус архіпелажних вод. Це поняття стосується архіпелажних держав — країн, територія яких складається з численних островів, таких як Індонезія, Філіппіни, Фіджі та Мальдіви [1]. Історично виникла гостра потреба у правовому механізмі, який би, з одного боку, забезпечив територіальну цілісність таких держав, а з іншого — гарантував би міжнародне судноплавство через води, що з'єднують їхні острови. Це питання довгий час залишалося предметом міжнародної дискусії, аж доки не було універсально вирішено Конвенцією ООН з морського права 1982 року (далі — UNCLOS), яка закріпила спеціальний правовий режим архіпелажних вод, що став фундаментальним компромісом.

Актуальність дослідження правового статусу архіпелажних вод продовжує зростати. Це зумовлено їхнім стратегічним значенням як ключових міжнародних транспортних коридорів. Води архіпелагів, зокрема Індонезії, з'єднують Тихий та Індійський океани, створюючи найкоротші маршрути для глобальної логістики, що робить їх надзвичайно важливими для світової економіки. Сучасні виклики включають інтенсивне зростання обсягів міжнародного морського транспорту, що підвищує ризики навігаційних інцидентів та загрозу піратства. Додатковою проблемою є забруднення океану, руйнування коралових рифів та необхідність постійного екологічного моніторингу. Окрім екологічних та безпекових проблем, постійною напругою є гострі геополітичні суперечки у регіонах, подібних до Південнокитайського моря, де статус архіпелагів та окремих островів безпосередньо впливає на визначення меж виняткових економічних зон. Усе це зумовлює нагальну необхідність пошуку збалансованого співвідношення між національним суверенітетом архіпелажних держав та міжнародним правом свободи мореплавства, що робить тему дослідження особливо актуальною.

Мета дослідження полягає у проведенні комплексного аналізу правового статусу архіпелажних вод відповідно до UNCLOS, визначенні ключових прав та обов'язків архіпелажних держав, а також умов ефективної реалізації свободи судноплавства. Завдання дослідження зосереджуються на з'ясуванні принципових відмінностей між режимом архіпелажного проходу та мирного проходу, вивченні міжнародної практики застосування UNCLOS та оцінці сучасних проблем правового регулювання.

Основна частина. Історично проблема правового статусу архіпелажних вод виникла ще у середині XX століття. Зокрема, Індонезія у 1957 році проголосила так звану Декларацію Джуанди, в якій заявила, що всі води, які оточують і з'єднують її острови, становлять єдине ціле і підпадають під її повний суверенітет [2]. Подібну позицію зайняли й Філіппіни. Проте міжнародна спільнота не відразу погодилася з цими вимогами, вбачаючи у них надмірне обмеження свободи судноплавства. Остаточне та універсальне вирішення було знайдено завдяки UNCLOS. Згідно з положеннями даної конвенції, архіпелажні води — це простори, розташовані всередині архіпелажних вихідних ліній. Ці лінії є прямими лініями, що з'єднують найбільш віддалені точки островів і мілководні об'єкти, створюючи єдиний контур архіпелажної держави. Механізм визначення цих ліній є чітко регламентованим: довжина вихідних ліній, як правило, обмежується 100 морськими милями, проте Конвенція дозволяє державам-архіпелагам продовжувати до 3% від загальної кількості цих ліній до 125 морських миль. Це положення є важливим компромісом, що дозволяє державам захистити свою цілісність, надмірно не перешкоджаючи міжнародному судноплавному руху. Усі води, що розташовані всередині цих ліній, визнаються архіпелажними водами, і держава-архіпелаг має над ними

суверенітет. Проте, їхній правовий режим має значну особливість порівняно зі звичайними внутрішніми водами: якщо у внутрішніх водах суверенітет держави є абсолютним, то у архіпелажних водах міжнародному співтовариству гарантується свобода архіпелажного проходу для іноземних суден і літаків. Крім того, для набуття статусу архіпелажних вод, Конвенція встановлює формальну географічну умову: співвідношення площі водної поверхні до площі суходолу (включно з атолами) має становити не менше ніж 1:1 і не більше ніж 9:1. Ця умова забезпечує справедливе застосування архіпелажного режиму і не дозволяє кожній острівній державі автоматично претендувати на цей спеціальний статус [3, 4]. Ця концепція була розроблена як зважений компроміс між суверенними інтересами новостворених прибережних держав та інтересами міжнародної спільноти у забезпеченні вільного транзиту суден.

Ключовою особливістю режиму архіпелажних вод є встановлення морських коридорів. Ці коридори є визначеними смугами, якими іноземні судна можуть проходити вільно, безперервно та швидко, не порушуючи загального режиму архіпелажних вод. Принципова відмінність архіпелажного проходу від мирного проходу (що застосовується у територіальному морі) полягає у тому, що держава-архіпелаг не може довільно заборонити чи призупинити архіпелажний прохід. Натомість, у територіальному морі проходження залежить від суворого дотримання національних правил мирного проходу, і держава може його призупинити. Умови здійснення архіпелажного проходу, визначені UNCLOS, включають заборону військових навчань, використання зброї на борту та будь-яких загрозливих дій. Водночас архіпелажна держава має право встановлювати вимоги щодо екологічної безпеки, попереднього повідомлення про прохід військових кораблів та проводити моніторинг морського середовища у межах встановлених коридорів.

У зв'язку з необхідністю забезпечення балансу між суверенітетом і міжнародним транзитом, особливого правового аналізу вимагає процедура встановлення морських коридорів. Згідно зі статтею 53 UNCLOS, архіпелажна держава, керуючись рекомендаціями Міжнародної морської організації, має право створювати морські коридори, які включають всі звичайні шляхи судноплавства. Ці коридори повинні мати ширину не більше 50 морських миль і чітко позначатися на картах. Правовою гарантією вільного проходу є те, що іноземні судна, які здійснюють архіпелажний прохід, зобов'язані залишатися в межах цих коридорів. Будь-яке істотне відхилення від визначеної траси може бути розцінено як порушення умов проходу. Водночас, якщо держава-архіпелаг не встановила таких коридорів, право архіпелажного проходу може здійснюватися шляхами, які традиційно використовувалися для міжнародного судноплавства. Це положення забезпечує захист інтересів навігації навіть за умови бездіяльності архіпелажної держави. Філіппіни та Індонезія, наприклад, постійно перебувають під увагою міжнародної спільноти щодо того, наскільки їхні внутрішні акти відповідають вимогам UNCLOS щодо прозорості та об'єктивності встановлення цих шляхів. Проблема моніторингу ускладнюється тим, що хоча держава-архіпелаг має право встановлювати закони та правила щодо безпеки судноплавства і захисту довкілля у своїх архіпелажних водах, ці закони не можуть призводити до фактичної заборони, зупинення чи суттєвого ускладнення архіпелажного проходу, що є ключовим індикатором дотримання міжнародного компромісу. Таким чином, їхня юрисдикція обмежується вимогою до іноземних суден дотримуватися встановлених міжнародних стандартів.

У сучасній практиці питання архіпелажних вод стає причиною гострих геополітичних конфліктів. Найбільш резонансним прикладом є Південнокитайське море, де статус островів та рифів є предметом запеклої суперечки між Китаєм, В'єтнамом, Філіппінами та іншими країнами. Визначення приналежності цих об'єктів безпосередньо впливає на можливість встановлення архіпелажних вихідних ліній, визначення меж виняткових економічних зон і, відповідно, доступ до природних ресурсів. Ці суперечки демонструють, що правове регулювання архіпелажних вод має не лише теоретичне, але й величезне практичне та стратегічне значення [5].

Права та обов'язки архіпелажної держави згідно з UNCLOS включають суверенне право на розробку всіх ресурсів, що знаходяться у її водах, право на забезпечення екологічного моніторингу, регулювання рибальства та встановлення та підтримання морських коридорів. Вони зобов'язані дбати про безпеку судноплавства та охорону довкілля, включаючи захист коралових рифів. Водночас існують чіткі обмеження стосовно іноземних військових кораблів та підводних човнів, які не мають права здійснювати демонстрацію сили, маневри чи проводити дослідження в архіпелажних водах без попереднього дозволу чи належного повідомлення.

Висновки. Таким чином, архіпелажні води є яскравим прикладом юридичного компромісу між суверенітетом прибережних держав та життєво важливим принципом свободи мореплавства для світової спільноти. Вони забезпечують функціональний баланс між державними та глобальними інтересами, сприяючи розвитку міжнародного морського права та гарантуючи безпеку світової торгівлі. Сучасні виклики, пов'язані з екологією, безпекою та загостренням геополітичних суперечок, вимагають не лише суворого дотримання існуючих норм, але й розробки нових механізмів міжнародного співробітництва, зокрема в частині захисту довкілля та попередження конфліктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. United Nations Convention on the Law of the Sea. 1982. URL: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf
2. John G. Butcher, R. Elson. How did Indonesia become an archipelagic state? The Strategist. 2017. URL: <https://www.aspistrategist.org.au/indonesia-became-archipelagic-state/>
3. Лажнік В.Й. Архіпелажні води. Велика українська енциклопедія. URL: https://vue.gov.ua/Архіпелажні_води#:~:text=Архіпелажні%20води%20—%20морські%20водні%20простори,єднують%20сухопутні%20території%20архіпелажних%20держав
4. Правовий режим архіпелажних вод. StudFiles URL: <https://studfile.net/preview/5170276/page:34>
5. Гриценко А. Динаміка конфлікту в Південнокитайському морі. Національний інститут стратегічних досліджень. 2024. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/mizhnarodni-vidnosyny/dynamika-konfliktu-v-pivdennokytayskomu-mori>

ПРОБЛЕМИ СУДНОПЛАВСТВА ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Осадчий А.С.

Відокремлений структурний підрозділ «Морський фаховий коледж ХДМА»

Науковий керівник: к.т.н., викладач Голованова В.В.

Вступ. Судноплавство є ключовою складовою світової економіки, адже понад 80% обсягу міжнародної торгівлі здійснюється морським шляхом. У мирний час воно забезпечує сталий розвиток міжнародних економічних відносин, проте під час військових конфліктів морська логістика стає надзвичайно вразливою. Війна завжди створює багатовимірні ризики: руйнування портів, блокування морських шляхів, зростання страхових витрат, зниження обсягів перевезень, порушення глобальних ланцюгів постачання. Проблематика судноплавства під час військових дій полягає не лише у фізичній небезпеці для суден, а й у порушенні міжнародного морського права, економічних механізмів та глобальної логістики. У XXI столітті ці виклики ускладнилися появою нових форм загроз — кібератак, використання безпілотних систем, морських мін, блокад і санкційного тиску. Метою цього дослідження є розгляд основних аспектів функціонування судноплавства в умовах війни, визначення наслідків воєнних дій для глобальної економіки та пошук шляхів мінімізації ризиків у морській сфері.

Основна частина. Однією з головних причин загострення проблем судноплавства є стратегічна роль морських перевезень у міжнародній торгівлі. Торговельні судна транспортують енергоносії, продовольство, промислову сировину — ресурси, критично важливі для економік держав, що воюють. Тому вони стають потенційними цілями для атак або блокад, які застосовуються як інструменти економічного тиску. Як зазначає воєнний коледж ВМС США [1], практика атак на торговельні судна використовувалася ще під час світових воєн як спосіб підриву логістичних можливостей противника.

Військові конфлікти впливають на судноплавство через фізичну небезпеку в морських акваторіях, руйнування портової інфраструктури, мінування морських шляхів і блокаду портів. Наприклад, у Чорному морі військові дії призвели до обмеження доступу до деяких портів і створення зон, де навігація є небезпечною або забороненою. За даними Brill, такі дії суперечать принципам свободи мореплавства, закріпленим у міжнародному морському праві [2]. Економічний вплив війни на морські перевезення є не менш значним. Зростають страхові премії для суден, що проходять через небезпечні зони, підвищуються фрахтові ставки, а логістичні компанії вимушені змінювати маршрути, уникаючи конфліктних регіонів. Це призводить до подорожчання товарів, затримок у доставці та загального сповільнення міжнародної торгівлі. Як зазначає MDPI, війна спричиняє не лише тимчасові збої, а й структурні зміни у глобальних ланцюгах постачання, зокрема — переорієнтацію транспортних потоків на безпечніші регіони [3].

В умовах воєнних загроз критично зростає важливість психофізичної стійкості екіпажів та їхньої підготовки до надзвичайних ситуацій. На відміну від мирного часу, коли ризики є переважно техногенними, під час війни моряки стикаються з непередбачуваними та швидкими загрозами, такими як ракетні обстріли чи морські міни. Обов'язковим елементом безпеки стає посилене навчання з надання першої домедичної допомоги та навички боротьби за живучість судна в умовах обмеженого часу, що вимагає перегляду стандартних навчальних програм.

Крім того, військові конфлікти різко актуалізують проблему «сірих зон» у сфері кібербезпеки морського транспорту. Зростає кількість GPS-спуфінгу та блокування систем зв'язку, що є інструментами дезорієнтації та захоплення суден. За даними Європейської асоціації кібербезпеки, ці атаки націлені на навігаційне обладнання та системи управління вантажем, ставлячи під загрозу цілісність як судна, так і екіпажу. Це вимагає від судноплавних компаній негайного впровадження протоколів кіберзахисту, інтегрованих у загальну систему управління безпекою (ISM Code), щоб протистояти гібридним загрозам у режимі реального часу. Зокрема, навчання екіпажів з кібергігієни стає такою ж

критичною навичкою, як і боротьба з пожежею.

Правові аспекти судноплавства в умовах війни залишаються складними та суперечливими. Питання нейтралітету суден, статусу цивільних кораблів, права на безпечне проходження та можливості затримання чи огляду торговельних суден часто стають предметом міжнародних суперечок. За дослідженням Atlantic Council, сучасні конфлікти демонструють розмиття меж між військовими та цивільними об'єктами, що ускладнює застосування міжнародних норм щодо захисту торговельного судноплавства [4]. Окрім безпосередніх загроз, війна створює умови для появи нових типів ризиків — кібератак на навігаційні системи суден, використання безпілотних морських апаратів і дронів, які можуть атакувати судна на великих відстанях.

Сучасні війни в морі характеризуються гібридними методами впливу, коли небезпека може бути як фізичною, так і цифровою. Для пом'якшення цих проблем міжнародне співтовариство має вживати заходів на кількох рівнях. Перш за все, необхідно посилити охорону морських маршрутів через міжнародні військово-морські патрулі та супровід торговельних суден у зонах підвищеного ризику. Також важливо вдосконалити правові механізми, що регулюють відповідальність сторін за порушення норм морського права. Зміцнення системи страхування та управління ризиками дозволить судноплавним компаніям зменшити економічні втрати у випадку пошкодження або затримання суден. Сучасна світова економіка надзвичайно залежить від стабільності морських перевезень, адже понад 80% світової торгівлі здійснюється морем. Як показують дослідження Uprly, навіть короточасні порушення судноплавства через військові дії можуть спричинити глобальні наслідки — від підвищення цін на енергоносії до дефіциту продовольства на окремих континентах [5].

Висновки. Проблематика судноплавства під час військових дій охоплює як безпекові, так і правові, економічні та технологічні аспекти. Морські шляхи є життєво важливими артеріями світової економіки, а їх порушення має катастрофічні наслідки для глобальної стабільності. Війна не лише ставить під загрозу життя екіпажів і цілісність суден, але й руйнує міжнародний морський порядок, побудований на принципах свободи навігації. Для подолання цих викликів необхідно розвивати міжнародну співпрацю, створювати гнучкі системи безпеки та правового захисту суден, удосконалювати механізми страхування і реагування на надзвичайні ситуації. Лише спільними зусиллями держав і міжнародних організацій можна забезпечити стабільність морських перевезень навіть в умовах воєнних конфліктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. McMahon, Christopher J. (2017) «Maritime Trade Warfare,» Naval War College Review: Vol. 70 : No. 3, Article 3. URL : <https://digital-commons.usnwc.edu/nwc-review/vol70/iss3/3>.
2. D.Liliansa (2023) Asia-Pacific Journal of Ocean Law and Policy «Threats to Commercial Shipping during International Armed Conflicts: Lessons for Southeast Asia from the Russia-Ukraine Conflict»: Vol. 8 : No. 3. URL : https://brill.com/view/journals/apoc/8/2/article-p287_006.xml.
3. Zhao, X.; Duan, X.; Chang, Y.-C. The Impact of War Conflict on Sustainable Shipping: Conference Report. Sustainability 2023. 15. 12554. URL : <https://doi.org/10.3390/su151612554>.
4. Elisabeth Braw (2024) What attacks on shipping mean for the global maritime order. URL : <https://surl.li/hadvkx>.
5. de Ricqlès J. (2024) Economy of Containerised Maritime Freight in a Context of War. Uprly Market Insights. URL : <https://surl.li/jtibwn>.

ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА В УПРАВЛІННІ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ У МОРСЬКИХ ПОРТАХ УКРАЇНИ

Осадчук І. Д.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: д.е.н., проф. Сотниченко Л. Л.

Вступ. Морські порти є невід’ємним елементом глобальної економіки та основними вузлами міжнародних ланцюгів постачання. Вони забезпечують переміщення значної частини світових вантажопотоків, сприяють розвитку зовнішньої торгівлі та формують стратегічний потенціал держави. Для України, яка володіє розвиненою портовою інфраструктурою на узбережжі Чорного моря, питання економічної безпеки портів набуває особливого значення. Ефективне управління ланцюгами постачання в морських портах безпосередньо впливає на стабільність національної економіки, конкурентоспроможність експорту та здатність країни протидіяти зовнішнім викликам, зокрема воєнного та економічного характеру [1].

У сучасних умовах економічна безпека у сфері портової логістики визначається не лише захистом від фінансових і операційних ризиків, а й здатністю до адаптації, цифрової трансформації та інноваційного розвитку. Використання сучасних технологій, таких як автоматизовані системи управління, блокчейн і штучний інтелект, дає змогу підвищити прозорість, зменшити корупційні ризики та забезпечити надійний контроль за рухом вантажів. Формування безпечного та ефективного середовища управління ланцюгами постачання в морських портах України є ключовою умовою інтеграції у світову транспортно-логістичну систему й сталого розвитку національної економіки.

Основна частина. Економічна безпека — це стан національної економіки, який забезпечує її стійкість до різноманітних внутрішніх і зовнішніх загроз, забезпечує стабільний розвиток, конкурентоспроможність і ефективність функціонування економічних структур. Це також здатність уникати кризових ситуацій, адаптуватися до змін та захищати свої економічні інтереси в умовах глобальних викликів [2].

Головна мета управління економічною безпекою — забезпечення ефективного функціонування, продуктивної роботи операційної системи та економічного використання ресурсів, забезпечення певного рівня трудового життя персоналу та якості господарських процесів підприємства.

До основних функціональних цілей економічної безпеки належать:

- забезпечення високої фінансової ефективності;
- забезпечення технологічної незалежності та досягнення високої конкурентоспроможності;
- досягнення високої ефективності менеджменту, оптимальної та ефективної організаційної структури управління підприємством;
- досягнення високого рівня кваліфікації персоналу та його інтелектуального потенціалу;
- мінімізація руйнівного впливу результатів виробничо-господарської діяльності на стан навколишнього середовища;
- якісна правова захищеність усіх аспектів діяльності підприємства;
- забезпечення захисту інформаційного поля всіх підрозділів підприємства та відділів організації;
- ефективна організація безпеки персоналу підприємства.

Управління ланцюгом постачання (SCM) — це моніторинг та оптимізація виробництва та розподілу продуктів і послуг компанії. SCM (з англійської — supply chain management) — означає управління потоком товарів і послуг, і включає всі процеси, які перетворюють сировину в кінцеву продукцію. Ефективний SCM може допомогти оптимізувати діяльність компанії, щоб усунути марнотратство, збільшити цінність для клієнтів і отримати конкурентну перевагу на ринку [3].

Управління ризиками в ланцюгу постачання в умовах війни є одним із найважливіших викликів для бізнесу та держави, оскільки війна створює складну та нестабільну середовище. Така ситуація вимагає адаптації традиційних підходів до управління ризиками та впровадження нових стратегій для забезпечення економічної безпеки у безперервності постачань.

Для зменшення ризиків в ланцюгах постачання в умовах війни, рекомендується зосередитись на плануванні та коригуванні маршрутів з урахуванням безпечних питань та ризиків, переглянути правила управління запасами, розглядати нові та порівнювати можливі варіанти доставки, обрати сухопутні шляхи як пріоритетні тощо [4].

Аналіз діяльності портів за даними ЮНКТАД (далі UNCTAD) дозволяє спостерігати та відстежувати глобальні тенденції у морській логістиці, оцінювати зміни у вантажопотоках та визначати ключові виклики, які мають вплив на ефективність портової інфраструктури. Дані UNCTAD є важливим джерелом для оцінки обсягів перевалки вантажів, основних торговельних маршрутів, а також для впливу глобальних подій на функціонування портів [5].

У 2024 році UNCTAD прогнозував зростання морської торгівлі на 2%, зокрема контейнерна торгівля мала зрости на 3,5% завдяки позитивним економічним тенденціям та зростанню експорту зрідженого газу. Довгострокові прогнози (2025–2029 роки) вказують на подальше стабільне зростання, підтримане технологічними інноваціями та розвитком інфраструктури, хоча існують ризики, пов'язані з геополітичною напруженістю та економічною нестабільністю. Усі деталі та прогнози наведені на рис.1.

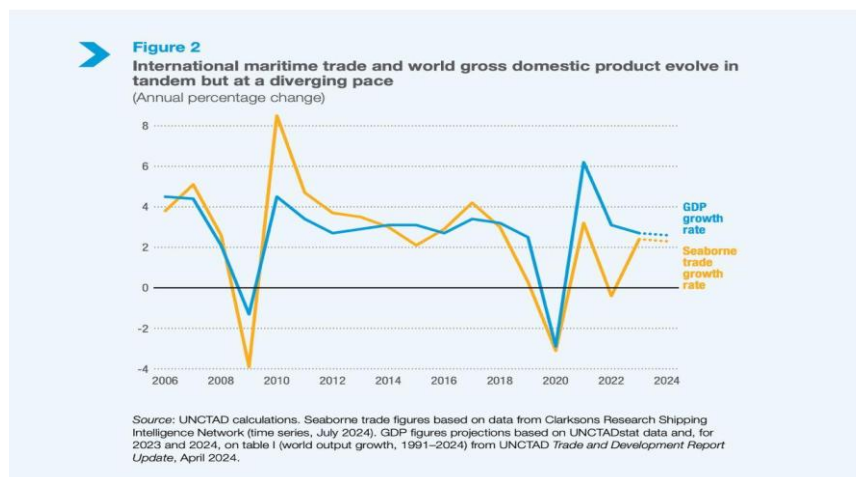


Рисунок 1 — Міжнародна морська торгівля та світовий валовий внутрішній продукт (ВВП) розвиваються одночасно, але з різною швидкістю

На даний час одним з найбільш перспективних напрямів удосконалення та оптимізації ланцюгів поставок та забезпечення економічної безпеки в управлінні ланцюгами є розробка, впровадження та використання сучасних інноваційних підходів до організації руху товарів, що передбачають вимоги до безпеки матеріальних потоків.

Сучасні цифрові технології надають портам інструменти для передбачення та пом'якшення забезпечення економічної безпеки, забезпечуючи безперервність і стійкість операцій ланцюга поставок. Прогностична аналітика може допомогти виявити потенційні збої, такі як затримки, пов'язані з погодою, або геополітичні ризики, дозволяючи вживати профілактичні заходи. Прикладом такого інструменту є технологія блокчейн, яка забезпечує цілісність даних, зменшуючи ймовірність шахрайства або втручання в транзакції [6].

Цифровізація в управлінні ланцюгами постачання в українських морських портах має потенціал, щоб значно покращити економічну ефективність. Оцінка економічного ефекту від цієї трансформації може бути здійснена через кілька ключових складових, кожна з яких вносить вклад у забезпечення економічної безпеки та зниження ризиків,

пов'язаних з операціями портів.

Для удосконалення системи в управлінні ланцюгами постачання у морських портах було запропоновано використати такі заходи: впровадження спеціального додатку до основного програмного забезпечення, що допомагає зменшити час на завантаження контейнера та мінімізувати транспортні витрати за рахунок зменшення простору в контейнері. В країнах Європи та Азії найбільш поширеним додатком є Load Calculator [7].

Висновки. Економічна безпека є основою для забезпечення стабільної роботи портів та всієї національної логістичної системи. У відповідь на зростання ризиків, пов'язаних із геополітичними викликами та економічними потрясіннями, важливу роль відіграють цифрові технології та інноваційні рішення. Вони сприяють зменшенню витрат, підвищенню ефективності управління та захисту від зовнішніх загроз.

Таким чином, інтеграція цифрових інструментів в управлінні ланцюгами постачання у морських портах України забезпечує не лише підвищення економічної безпеки, але й сприяє розвитку сектору в контексті глобальних тенденцій. Надані рекомендації створюють основу для державної політики, розвитку інфраструктури та підготовки висококваліфікованих фахівців, які сприятимуть сталому розвитку морської галузі України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кутко Т., Білецька О. Ланцюги постачання в умовах війни: Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах»: матеріали ІХ Міжнар. наук.-практ. конф., м.Тернопіль, 5 лист. 2022 р/ Терноп. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя. Тернопіль, 2022 С. 10–11.
2. Погребняк А.Т. Безпека та особливості функціонування ланцюгів поставок в умовах ризику. Логістика та управління ланцюгами поставок. 2022. Вип. 35, С. 10–18.
3. Гринкевич С.С., Когут М.М., Станкевич М.В. Еволюція теоретичних концепцій економічної безпеки підприємства. Економіка та суспільство.2023. С.1–8. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-70>
4. Russia's war on Ukraine: Maritime logistics and connectivity. European Parliament URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/733603/EPRS_ATA\(2022\)733603_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/733603/EPRS_ATA(2022)733603_EN.pdf)
5. UNCTAD secretariat calculations, based on Clarksons Research, Shipping Intelligence Network timeseries. Unctad. URL: <https://unctad.org/press-material/unctad-calls-bold-global-action-decarbonize-shipping-and-ensure-just-transition>
6. Блокчейн. Державна служба статистики України. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>
7. Review of Maritime Transport 2024. Unctad. URL: https://unctad.org/system/files/officialdocument/rmt2024overview_en.pdf

СТАНОВЛЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ПРАВОВИХ СТАНДАРТІВ У ТОРГОВЕЛЬНОМУ СУДНОПЛАВСТВІ

Потанова А. В.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: к.ю.н доц. Костиця О.В.

Вступ. Метою дослідження є аналіз діяльності Міжнародної морської організації щодо встановлення єдиних міжнародних стандартів безпеки судноплавства, захисту довкілля, відповідальності судновласників і держав. Становлення міжнародних правових стандартів у сфері торговельного судноплавства є складним і тривалим процесом, що має фундаментальне значення для безпечного, ефективного та справедливого функціонування світового морського транспорту. Торговельне судноплавство є ключовим елементом глобальної економіки, оскільки понад 80% міжнародної торгівлі здійснюється морем. У цьому контексті забезпечення єдиних міжнародних стандартів відіграє вирішальну роль у підвищенні безпеки судноплавства, захисті довкілля, забезпеченні прав моряків та встановленні відповідальності судновласників і держав.

Основна частина. Формування міжнародних правових стандартів у галузі торговельного судноплавства розпочалося на стику XIX–XX століть, однак системного характеру цей процес набув лише після Другої світової війни, коли світове співтовариство усвідомило необхідність єдиних правил для регулювання діяльності морського транспорту, який має глобальний характер.

Найважливішим суб'єктом у розробці та впровадженні міжнародних правових стандартів у сфері торговельного судноплавства є Міжнародна морська організація (ІМО), що є спеціалізованою установою Організації Об'єднаних Націй, створеною у 1948 році на підставі Конвенції про створення ІМО, яка набула чинності у 1958 році. Відповідно до положень Конвенції про ІМО 1948 року в редакції 1982 року, до ключових функцій ІМО належать:

1) створення ефективного механізму співпраці між державами під час ухвалення ними рішень і здійснення регуляторної діяльності у технічній сфері, що стосується міжнародного морського транспорту;

2) підтримка та сприяння впровадженню загальних міжнародних стандартів, які регулюють безпеку мореплавства, ефективність судноплавства, охорону морського середовища, а також сприяння розв'язанню правових і адміністративних питань, що мають відношення до міжнародного морського перевезення;

3) підтримка впровадження програм технічного співробітництва у галузі міжнародного торговельного судноплавства та боротьби із забрудненням морського середовища.

Основне призначення ІМО полягає у формуванні нормативно-правової основи для морської галузі, яка: забезпечує справедливі умови для всіх учасників судноплавства, є ефективною з точки зору регулювання міжнародного морського транспорту, має універсальний характер і підлягає застосуванню на глобальному рівні.

Діяльність ІМО охоплює такі основні напрями:

1) впровадження ефективних заходів, спрямованих на гарантування безпеки судноплавства та захисту людського життя на морі, зокрема заходів, які передбачають запобігання піратським нападам на екіпажі та судна;

2) розроблення та встановлення на міжнародному рівні стандартів і норм, що стосуються проектування, будівництва, оснащення, укомплектування екіпажів, експлуатації й утилізації морських суден, а також питань морської освіти, професійної підготовки, розвитку морської інфраструктури, застосування інноваційних технологій та передових практик;

3) організація управління морськими перевезеннями з метою підвищення рівня безпеки, екологічності та енергоефективності світового торговельного судноплавства;

4) забезпечення платформи для міжнародного діалогу та обміну інформацією між державами-членами та іншими зацікавленими сторонами з усього спектра питань, пов'язаних із торговельним судноплавством і морськими перевезеннями;

5) сприяння сталому розвитку судноплавної та морської галузі, що визначено одним із ключових напрямів діяльності організації на найближчу перспективу [1].

На сьогодні членами Міжнародної морської організації є 175 держави та 3 асоційовані члени, які контролюють майже весь світовий морський тоннаж [2].

Структурно ІМО складається з декількох органів, а саме Асамблеї, Ради, Комітетів та Секретаріату. Центральне місце у структурі ІМО займає Асамблея, яка є головним керівним органом і об'єднує всі держави-члени. Вона визначає загальну політику організації, ухвалює бюджет, обирає виконавчі органи та приймає ключові рішення щодо нормативно-правового регулювання морської сфери. Виконавчий компонент структури ІМО представлений Радою, яка здійснює оперативне управління та координацію діяльності між сесіями Асамблеї. Її склад формується з держав, що мають значний економічний чи політичний вплив у сфері судноплавства або представляють різні регіони світу. Такий підхід забезпечує баланс інтересів та ефективність у прийнятті рішень, а також дозволяє враховувати регіональні особливості морської діяльності. Важливою складовою структури ІМО є Секретаріат, який виконує адміністративні та технічні функції, пов'язані з організацією засідань, підготовкою документації та реалізацією рішень органів організації. Керівництво Секретаріатом здійснює Генеральний секретар, що є ключовою посадовою особою ІМО та забезпечує координацію всієї діяльності організації.

Останнім часом спостерігається зростання кількості аварій та катастроф морських суден, що супроводжуються значними людськими втратами. Ця ситуація стала предметом особливої уваги міжнародної морської спільноти, яка розпочала активні заходи для стабілізації та покращення стану безпеки у сфері морського транспорту. Також, ІМО разом із «партнерами» — Міжнародна організація праці (МОП), Міжнародна палата судноплавства (МПС) та інші, підняло питання щодо організації і керівництва діяльності судових екіпажів, ролі і відповідальності командного складу велику увагу приділяють авторитетні морські організації, вважаючи, що від знань і поведінки людей на борту суден, залежить безпека мореплавства та можливість захисту навколишнього середовища від забруднення [3].

Їх основним завданням є забезпечення підвищеного рівня безпеки судноплавства шляхом запровадження обов'язкових та уніфікованих стандартів як у сфері управління суднами з берега, так і безпосередньо під час їх експлуатації екіпажами.

За період своєї діяльності ІМО ухвалила та неодноразово оновлювала низку надзвичайно важливих міжнародних конвенцій, серед яких особливе місце посідає Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі (СОЛАС–74). Зазначений документ вважається одним із найвагоміших міжнародних правових актів, спрямованих на забезпечення безпеки судноплавства, структура якого включає п'ятнадцять розділів [4].

У свою чергу, Міжнародна конвенція ІМО щодо підготовки, дипломування моряків та несення вахти, ухвалена у 1978 році, стала першим міжнародно-правовим документом, який офіційно закріпив мінімальні вимоги до рівня кваліфікації та професійної підготовки моряків [5]. Ця конвенція була спрямована на уніфікацію стандартів компетентності морських фахівців на глобальному рівні.

1 липня 2004 року набрав чинності Міжнародний кодекс з охорони суден і портових засобів, розроблений Міжнародною морською організацією. Цей документ увійшов до складу глави XI-2 Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі (СОЛАС–74).

Кодекс встановлює єдині обов'язкові вимоги щодо безпеки для всіх суб'єктів, які здійснюють міжнародні морські перевезення пасажирів і вантажів. Його головною метою є запобігання проникненню піратів на судна, а у випадку, якщо така ситуація виникла, —

забезпечення екіпажу засобами для мінімізації або усунення небезпечних наслідків [6].

Міжнародна морська організація розробила низку нормативних документів та рекомендацій, спрямованих на запобігання піратським нападам і збройним нападам на морські судна, а також на забезпечення ефективного реагування на такі інциденти. Серед них — Рекомендації для урядів щодо запобігання та припинення актів піратства і збройного пограбування суден (1999 рік); Настанова для судновласників, судноплавних компаній, капітанів і екіпажів щодо дій у випадку загрози або вчинення піратських нападів (2002 рік); Керівні положення для Морських рятувально-координаційних центрів (2000 рік).

Документи, підготовлені під егідою ІМО, поділяються за таким принципом:

- 1) конвенції — міжнародні договори, які регламентують питання безпеки та інші ключові аспекти мореплавства;
- 2) кодекси — обов'язкові до виконання документи, що деталізують технічні, технологічні або організаційні вимоги, доповнюючи норми, передбачені конвенціями;
- 3) резолюції — документи оперативного характеру, які надають роз'яснення, містять оновлену інформацію або вносять уточнення та зміни до чинних положень;
- 4) циркуляри — повідомлення, що містять актуальну інформацію, важливу для забезпечення безпеки мореплавства, і розповсюджуються серед зацікавлених держав.

Усю нормативно-правову базу, створену Міжнародною морською організацією, можна умовно поділити на чотири основні категорії:

- 1) документи, що регулюють питання морської безпеки, серед яких — Конвенція про охорону людського життя на морі, Конвенція щодо підготовки, дипломування моряків і несення вахти, Конвенція про вантажну марку, Конвенція про міжнародні правила запобігання зіткненням суден, а також Конвенція про пошук і порятунок на морі;
- 2) акти, спрямовані на запобігання забрудненню морського середовища та боротьбу з його наслідками, зокрема Конвенція про запобігання забрудненню з суден та інші подібні документи;
- 3) нормативні положення, що визначають порядок відповідальності та компенсації збитків, серед яких — Афінська конвенція про перевезення пасажирів і багажу, Конвенція про пошук і рятування на морі та інші;
- 4) міжнародні угоди, покликані сприяти спрощенню процедур морського транспорту, наприклад, Конвенція про полегшення міжнародного морського судноплавства та Конвенція щодо обмірювання суден.

Висновки. Таким чином, Міжнародна морська організація виконує ключову функцію у формуванні та вдосконаленні правових норм, що регулюють сферу торговельного мореплавства. Її діяльність передусім зосереджена на питаннях безпеки судноплавства та охорони морського середовища. Водночас ІМО активно займається й іншими важливими аспектами, зокрема сприянням розвитку міжнародного морського транспорту, протидією актам піратства та морського тероризму, боротьбою з незаконною міграцією, контрабандою та перевезенням наркотиків. Крім того, ІМО працює над покращенням умов праці моряків, забезпеченням їхніх прав і запобіганням порушенням трудового законодавства на морі. ІМО також активно взаємодіє з іншими міжнародними організаціями для забезпечення гармонізації правових стандартів у глобальному морському просторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Костиря О. В. Роль міжнародної морської організації в кодифікації міжнародного морського права. Держава та регіони. 2020. № 4. С. 97. URL: http://law.stateandregions.zp.ua/archive/4_2020/17.pdf DOI <https://doi.org/10.32840/1813-338X-2020.4.15>
2. Маларьова Н. О. Роль впливу міжнародної морської організації на стан безпеки морського судноплавства. Морські дослідження Дунайського регіону: молодь, наука,

інновації. 2022. № 1. С. 92.

3. Костиця О.В. Міжнародно-правова регламентація організації суднової служби та роботи екіпажів морських суден. Морське право та менеджмент: еволюція та виклики: матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції НУ «ОМА». Одеса: НУ «ОМА», 2020. С. 60.

4. Міжнародна конвенція про охорону життя людини на морі від 01.11.1974 року. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MU74K04U>

5. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти від 07.07.1978 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_053t

6. Міжнародний кодекс з охорони суден і портових засобів від 12.12.2002 року. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MU02257>

THE THIRD MATE AS A KEY LINK IN THE SAFE OPERATION OF THE VESSEL

Rusevych Oleksandr

Kherson State Maritime Academy

Scientific adviser: Senior Lecturer Tsyhanenko Olha

Introduction. Maritime safety is a key factor in the development of the global economy and international shipping. Maritime transport accounts for over 80% of global trade, so the stability of global supply chains, the preservation of human life, and the environment depend on its reliability and safety. Modern shipping faces numerous risks, from natural disasters and technical failures to human error and cyber threats. Therefore, international organizations, governments, and shipowners are focusing on improving regulations, technologies, and procedures aimed at enhancing maritime safety.

The navigation bridge is the vessel's control center and plays a key role in ensuring safe navigation. It is here that the vessel's movements are monitored, the surrounding environment is observed, and decisions regarding navigation and interaction with other participants of maritime traffic are made. The modern bridge is equipped with high-tech systems, from radar and automatic identification systems to electronic maps and communications, which reduce the risk of accidents. However, the effectiveness of a navigation bridge is determined not only by its technology, but also by the professional cohesion of the crew, as humans remain the primary guarantor of safety at sea.

The navigation bridge consists of:

- The Master. He bears full responsibility for the safety of the crew, cargo, and navigation, and makes final decisions.
- OOW. He controls the vessel during his watch, controls the course, makes navigational calculations, and is responsible for the safety of navigation.
- Helmsman. He directly controls the ship's rudder, carries out the orders of the officer or captain regarding the course.

From this list, I'd like to highlight the officer of the watch, specifically the third mate. The third mate is a junior officer who, despite his or her entry-level rank, performs extremely important functions in ensuring the safety of the vessel. He usually maintains navigational watches on the bridge, is responsible for maintaining the ship's records, supervising life-saving and fire-fighting appliances (LSA & FFA), and carries out such duties assigned to him by the Master or Chief Officer. Within the command structure, the third mate is the link that combines the practical skills of young officers with high safety requirements. Their attentiveness, knowledge of seamanship regulations, and ability to handle emergency situations directly impact the safe operation of the vessel.

The third mate not only performs professional duties related to navigation and vessel safety, but also plays a crucial role as a mentor to a cadet. As a junior officer, the third mate is closer to the cadets' experience and age, making it easy for them to connect. It is he who most often teaches the cadet the basics of watchkeeping, keeping logbooks, using navigational instruments, and performing routine bridge duties. The third mate demonstrates how to properly organize work time, observe maritime discipline, and adhere to safety regulations. He monitors their practical skills, gradually assigning them simpler tasks and checking their completion. This way, a cadet has the opportunity to learn directly through practice, gaining experience under the guidance of an officer who has recently completed this path himself. The role of the third officer as the «first teacher» on board is crucial, as the quality of this mentorship determines how quickly a cadet adapts to the conditions of service, gains professional confidence, and prepares for future work as an officer.

Let's look at the types of equipment that the third mate is responsible for. They are LSA and FFA.

Life-Saving Appliances (LSA) include all the life-saving equipment necessary to preserve the lives of the crew and passengers in the event of an emergency. These include lifeboats and

rafts, life jackets and lifebuoys, and immersion suits to protect the wearer in cold water. Pyrotechnic signaling devices, rockets, flares, and smoke bombs play an important role in distress signals. LSA also includes linear projectiles, emergency position-indicating radio beacons (EPIRBs), and portable VHF radios that provide emergency communications [3].

Fire-Fighting Appliances (FFA) encompasses all means of fire detection and extinguishing on a vessel. These include fixed fire extinguishing systems such as carbon dioxide, foam, or water sprinklers, as well as fire pumps and hydrants with hoses. Each vessel is equipped with various types of fire extinguishers, powder, carbon dioxide, or foam, as well as fire alarm and detection systems equipped with smoke and temperature sensors. These are supplemented by firefighting equipment, axes, sand buckets, blankets, and personal protective equipment, including thermal suits and breathing apparatus. Fire doors, partitions, and ventilation cut-off systems are also important elements that prevent the spread of fire [1].

The third officer plays a significant role in mooring operations, acting as the officer in charge of one of the mooring stations. He is normally assigned either to the forecabin or to the stern, where he supervises and directs the deck crew in the handling, heaving, and securing of mooring lines. Throughout the operation, the third officer maintains continuous communication with the master or the officer of the watch on the bridge, providing reports on the status, positioning, and tension of the lines, as well as on the readiness of the mooring team. His responsibilities also include ensuring the operational condition of mooring equipment, such as winches, windlass brakes, and associated fittings, in addition to verifying the availability of lifesaving appliances in the designated working area. Particular emphasis is placed on safety management: the third officer prevents personnel from entering snap-back zones, enforces compliance with safe working practices, and monitors the overall conduct of the mooring team. Also, I would like to tell you about the third mate's duties in port. The third officer acts as a representative of the vessel in port within the scope of his assigned duties and competence. He ensures the organization and supervision of the gangway watch, checks the documents of persons boarding or leaving the vessel, and maintains the visitor registration log. His responsibilities include maintaining the safe condition of the gangway, which involves monitoring lighting, installing a safety net, and ensuring the availability of lifesaving equipment. The third officer receives and escorts pilots, port agents, and inspectors, representing the vessel during their presence on board. In accordance with the requirements of the International Ship and Port Facility Security (ISPS) Code, he ensures access control, prevents unauthorized entry to the vessel, and monitors compliance with security measures. In addition, the third officer maintains official documentation, recording visits, inspections, and incidents occurring during his watch, and, by order of the master, accompanies port service representatives and inspectors, acting on behalf of the vessel within the limits of his competence [2].

Conclusions. Consequently, the third mate's role in ensuring safe navigation is much more significant than it might seem at first sight. He or she maintains constant navigational watches, monitors the course and sea conditions, ensures the readiness of rescue equipment, and maintains records that inform decision-making. The third officer's attentiveness and discipline often determine whether accidents will be avoided or lives will be saved. Furthermore, as a mentor to cadets, he or she shapes the next generation of officers, imparting practical knowledge and skills. Thus, the third mate is an integral part of the ship's safe operation system and is an important guarantee of the reliability of modern shipping.

REFERENCES

1. FSS Code International Code for Fire Safety Systems. IMO. London, 2007. 190 p.
2. ISPS Code. IMO. London, 2003. 131 p.
3. Life-Saving Appliances Including LSA Code. IMO. London, 2017. 293 p.

НОРМАТИВНЕ ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ МОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УКРАЇНИ

Самойлик А. В.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: к.ю.н., доц. Іванова А.В.

Вступ. Ефективне функціонування морської діяльності України безпосередньо залежить від наявності та якості правового регулювання. Нормативна база визначає правила експлуатації морських портів, порядок судноплавства, вимоги до безпеки та охорони довкілля, а також процедури міжнародного співробітництва.

Важливою передумовою функціонування морської діяльності є відповідність особливим міжнародним і національним правовим нормам, а сама її динаміка значною мірою визначається політичними рішеннями.

Основна частина. Правове регулювання морської діяльності України спирається на низку ключових законів та кодексів. Основним документом виступає Кодекс торговельного мореплавства України (1995 р.), який визначає порядок перевезення вантажів і пасажирів, відповідальність перевізників, права екіпажів та власників суден [1].

Важливе значення має Закон України «Про морські порти України» (2012 р.), що закріплює правові засади діяльності портів, умови концесій, порядок державно-приватного партнерства у розвитку інфраструктури [2].

Окрім цього, важливим стратегічним документом є Морська доктрина України на період до 2035 року (затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 18 жовтня 2023 р. № 1095). Вона визначає пріоритети державної політики у цій сфері, напрями розвитку морегосподарського комплексу, забезпечення морської безпеки, охорони морського середовища та інтеграції України у світову морську систему [5].

Додатково функціонування морської діяльності регулюють: Закон України «Про транспорт» (2001 р.), який визначає загальні принципи транспортної системи та Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991 р.), що встановлює екологічні вимоги у сфері використання морських ресурсів. [3], [4].

Важливим стратегічним документом є Національна транспортна стратегія України до 2030 року (2018), яка передбачає модернізацію портів, інтеграцію до європейської логістичної мережі TEN-T та цифровізацію морських перевезень [6].

Окрім законодавчої бази, важливим елементом регулювання є діяльність державних інституцій, що здійснюють контроль та управління у морській сфері. Центральним органом виступає Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, яке формує державну політику у сфері транспорту та судноплавства [9].

На практичному рівні управління портами та координацію діяльності забезпечує Адміністрація морських портів України (АМПУ), яка відповідає за утримання гідротехнічних споруд, навігаційне обладнання та справляння портових зборів [7].

Також значну роль відіграє Державна служба морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України, що здійснює контроль за дотриманням правил судноплавства, технічним станом суден і безпекою екіпажів. Наявність такої структури дозволяє реалізовувати положення національного та міжнародного законодавства на практиці. [8].

Особливістю морської діяльності є значна кількість правових спорів, пов'язаних із перевезенням вантажів, зіткненням суден, відшкодуванням збитків чи порушенням екологічних норм. Українські суди, спираючись на норми Кодексу торговельного мореплавства України, активно застосовують як національні, так і міжнародні норми. Зокрема, при розгляді справ про морські перевезення враховуються положення Гаазько-Вісбійських правил (1924/1968) та Гамбурзьких правил (1978).

Варто зазначити, що з огляду на інтеграційні процеси Україна все активніше використовує практику міжнародного комерційного арбітражу для вирішення морських спорів. Київський міжнародний арбітражний центр при ТПП України має відповідну компетенцію, що дозволяє бізнесу уникати затягування національних судових процедур.

Але попри наявність розвиненої нормативної бази, існують значні труднощі в її практичному застосуванні:

- корупційні ризики при справлянні портів зборів та укладанні концесійних договорів;
- брак фінансування на модернізацію портової інфраструктури відповідно до вимог міжнародних конвенцій;
- відставання у впровадженні цифрових технологій (електронний документообіг, «єдине вікно» в портах);
- ускладнення доступу до морських акваторій через воєнний стан і мінну небезпеку.

У науковій літературі наголошується, що проблемою українського законодавства є його фрагментарність: існує велика кількість підзаконних актів, які дублюють або суперечать один одному. Це ускладнює ведення бізнесу та знижує ефективність правозастосування.

Подальший розвиток морської сфери потребує комплексного реформування законодавчої та інституційної бази. Основними напрямками є:

- прийняття єдиного Закону «Про морську діяльність України», який би систематизував усі правові норми;
- повна імплементація норм ЄС у сфері безпеки, екології та ринку перевезень;
- створення механізмів страхування воєнних та екологічних ризиків;
- розвиток державно-приватного партнерства для оновлення портової інфраструктури;
- цифровізація процесів у портах, впровадження електронних платформ для міжнародної взаємодії.

Висновки. Таким чином, нормативно-правове регулювання морської діяльності України є важливою умовою розвитку національної економіки та інтеграції у світову транспортну систему. Воно базується на поєднанні національного законодавства, міжнародних стандартів та європейських директив, проте вимагає подальшого вдосконалення для подолання сучасних викликів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кодекс торговельного мореплавства України, 1995. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/176/95-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Закон України «Про морські порти України», 2012. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4709-17#Text>
3. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», 1991. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
4. Закон України «Про транспорт», 2001. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80#Text>
5. Морська доктрина України на період до 2035 року, 2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-%D0%BF#Text> (дата звернення 03.11.2025)
6. Розпорядження Кабміну від 30 травня 2018 р. № 430-р «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>
7. Адміністрація морських портів України. URL: <https://www.uspa.gov.ua>
8. Державна служба морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України. URL: <https://marad.gov.ua/ua> Міністерство інфраструктури України. URL: <https://mtu.gov.ua/>

ПІДГОТОВКА ДО СПІВБЕСІДИ НА ПОСАДУ 3-ГО ПОМІЧНИКА КАПІТАНА

Сорока Е. В.

*Дунайський інститут Національного університету
«Одеська морська академія»*

Науковий керівник: ст.в., Старцев О. М.

Вступ. Для успішної підготовки до співбесіди на посаду 3-го помічника капітана необхідно не тільки підготувати документи, вивчити свої обов'язки, включаючи ведення навігаційної документації, знання обладнання та процедур, а також відпрацювати відповіді на питання про лідерські якості, досвід, знання судна, аварійні ситуації, стресостійкість та інше.

Актуальність дослідження. Співбесіда для кожного - це завжди випробування, навіть якщо це досвідчена людина. Справді, співбесіда це щоразу новий і дуже важливий іспит. Його результат - не лише гарна оцінка та підтвердження кваліфікації, - він вирішує долю моряка. Від того, як пройде співбесіда, залежить - чи візьмуть моряка на роботу, чи піде він у рейс і чи матиме заробіток. І кожного разу кожен моряк перед співбесідою задається питанням - чи є універсальні рекомендації щодо проходження співбесіди: як поводитися, як розмовляти, що запитуватимуть і як краще відповісти, чи ставити навідні питання та багато іншого.

Постановка задачі. Якихось особливих рекомендацій про те, як проходити співбесіду, не існує, оскільки кожна ситуація індивідуальна: бувають різні інтерв'юери (представники кріюінга або судновласника) зі своїми вимогами та підходом до співбесіди, кожен має свій перелік питань. Задача дослідження складається у розгляді існуючих рекомендацій для проходження співбесіди і формуванні на їх основі практичних порад спрямованих на якісну підготовку до цього заходу.

Результати дослідження. Із загальних рекомендацій на першому місці стоїть знання англійської мови. Інтерв'юер може розмовляти з вами англійською мовою навіть незважаючи на те, що він такої ж національності, як і ви. Тому необхідно бути готовими до питань з англійської мови за професійним спрямуванням.

Розглянемо також інші аспекти — вірогідні питання до яких необхідно бути готовими.

Питання особистого характеру (лідерство, досвід, мотивація). Такі питання здаються дуже простими, з яких звичайно починається будь-яка співбесіда: розкажіть про свій досвід, назвіть свої сильні та слабкі сторони. Але саме це може дезорієнтувати вас на самому початку спілкування: ви очікуєте питання з безпеки, а вас запитують: «Як ви можете себе охарактеризувати?». Тому необхідно підготуватися і бути готовими до будь-якого розвитку подій з наступних питань:

- Опишіть стиль керівництва;
- Як ви справляєтесь із конфліктами між членами команди?
- Які ваші сильні та слабкі сторони як лідера?
- Якими є ваші досягнення на попередній посаді?
- Як ви плануєте вдосконалювати свої лідерські риси?
- Як ви дієте в екстрених ситуаціях?
- Чому ви обрали цю посаду?
- Які ваші професійні цілі?

Найчастіші питання саме про досвід роботи в морській галузі: розкажіть про ваш досвід та освіту в морській галузі; що для вас є найскладнішим у роботі третього помічника капітана; як ви залишаєтесь в курсі останніх галузевих норм та практик (регулярне відвідування навчальних програм, щоб бути в курсі галузевих норм та практик, читання галузевих публікацій та спілкування з іншими фахівцями для обміну знаннями та інформацією); чи можете ви розповісти про випадок, коли вам довелося мати справу зі

складним членом екіпажу; як ви вирішуєте конфлікти з вашим начальством; розкажіть про випадок, коли ви зробили помилку, і як ви з нею впоралися; як ви справляєтеся з тиском від тривалої роботи в морі [1].

Питання безпеки (safety) — обов'язкова частина інтерв'ю для третього помічника. У цьому питанні необхідно знати: вимоги до рятувального обладнання, його наявність та розташування на судні; тривоги — де знаходиться розклад по тривогах, яка інформація там міститься, дії по тривогах; типи вогнегасників, допустимі втрати у вуглекислотних вогнегасниках; періодичність перевірки двигунів шлюпок, плотів, дихальних апаратів тощо; боротьба з пожежами — види пожеж, що — чим гасити, склад пожежних партій, взаємодія; дії вахтового помічника в аварійних ситуаціях: став головний двигун під час прибережного плавання, судно тягне на якорі, вийшов з ладу гірокомпас; безпека під час роботи з небезпечними вантажами, під час перебування у закритих приміщеннях, тощо.

Обов'язки та відповідальність. Питання які охоплюють широкий спектр палубних обов'язків, включаючи навігацію, вахту, вантажні операції, технічне обслуговування та забезпечення безпеки екіпажу та судна. Конкретні обов'язки залежать від типу судна та компанії, але зазвичай включають допомогу капітану та старшому помічнику капітана, ведення навігаційних карт та публікацій, прокладання курсів, несення навігаційної вахти, участь у обробці та кріпленні вантажів, проведення регулярного технічного обслуговування палуби, допомогу у навчанні молодших членів екіпажу та забезпечення дотримання правил безпеки [2].

Питання з планування переходу (passage plan). Стандартними питаннями компанії для навігаційних помічників є: етапи планування переходу, порядок підбору навігаційних карт і публікацій на перехід.

Питання з ECDIS (Electronic Chart Display & Information System). У 90% інтерв'ю обов'язково є хоча б одне питання щодо ECDIS: від Safety Contour до трьох видів датуму, які існують на електронних навігаційних картах [3].

Питання щодо навігаційного обладнання. Експлуатація та обслуговування судових електро- радіонавігаційних приладів і систем.

Питання з навігації. Питання, пов'язані з визначенням положення судна способом, відмінним від GPS: визначення по двох пеленгах, трьох пеленгах, крюйс-пеленгу. Інші питання: що таке WGS-84, коректура паперових карт, а також питання про розходження з тропічними циклонами, про засоби навігаційного обладнання морів - маяки, знаки, де знаходиться інформація щодо їх характеристик. Треба згадати що таке локсодромія і ортодромія, як вони виглядають на картах; практичні способи визначення поправки компаса (як магнітного, так і гірокомпаса).

Питання щодо остійності судна: мінімальна допустима метацентрична висота згідно вимог ІМО (Міжнародна морська організація), як її визначити за періодом качки; як визначити період хитавиці без формул; ознаки зайвої та недостатньої стійкості.

Питання зі знання MARPOL, ISM, ISPS та MLC. Це ключові міжнародні морські конвенції та кодекси, що регулюють безпеку, охорону, захист навколишнього середовища на судах: MARPOL (Міжнародна конвенція про запобігання забрудненню з суден) стосується забруднення навколишнього середовища з суден, ISM (Міжнародний кодекс з управління безпекою) встановлює системи управління безпекою, ISPS (Міжнародний кодекс з охорони суден та портових споруд) посилює безпеку на судах та в портах, а MLC (Конвенція про працю в морському судноплавстві) встановлює мінімальні стандарти умов праці та життя моряків. Запитання стосовно цих конвенцій зустрічаються у 30% інтерв'ю [3].

Питання з GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System — глобальна морська система зв'язку при лихові та для забезпечення безпеки). Це міжнародна система, розроблена Міжнародною морською організацією (ІМО) для забезпечення швидкого та надійного зв'язку в екстрених ситуаціях на морі. Ці питання частіше ставлять третім помічникам: процедури дії при отриманні дистресу, як працює GMDSS-обладнання та які

тести необхідно проводити щодня, щотижня та щомісяця.

Питання щодо специфіки флоту. З цих питань необхідно оновити знання щодо специфіки роботи на танкерному, газозвозному та суховантажному флоті.

Організаційні та ситуативні питання. Часті питання які можуть стати складними: приймання вахти, дії в аварійних ситуаціях, контроль позиції судна на якорі та інші.

Ведення документації. Знання найважливішого про прибуткові та відхідні документи, суднові сертифікати та про ведення суднового журналу.

Питання зі знання COLREG (International Rules for Preventing Collision at Sea). Обов'язково буде задано питання зі знання Міжнародних Правил запобігання зіткненню суден у морі. Може бути задано питання про правила, вогні та знаки або наведено конкретну ситуацію, яку потрібно охарактеризувати згідно з правилами COLREG.

Висновки. Зрозуміло, існує ще багато питань до яких необхідно підготуватися. У цій роботі описані ті питання, які є найбільш вірогідними та їх зібрано за напрямками (темами) підготовки.

З вище розглянутого можна зробити висновок, що в ході співбесіди для отримання позитивного результату необхідно:

- переконати інтерв'юера, що ви готові до роботи третім помічником;
- продемонструвати знання з усіх аспектів;
- грамотно розповісти про свої особистісні характеристики;
- знати, чого від вас чекають, та довести свою компетентність.

Додатковим елементом підготовки є попереднє ознайомлення з інформацією про компанію та судно, що дозволяє показати зацікавленість та обізнаність. Підготовленість до діалогу під час співбесіди, зокрема наявність змістовних запитань щодо роботи та судна, підсилює враження професіоналізму. Впевнена поведінка, позитивний настрій і вміння презентувати свій досвід також роблять значний внесок у досягнення позитивного результату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Top 20 Interview Questions & Answers for Third Officer Roles. URL: <https://www.cvowl.com/blog/third-officer-interview-questions-answers>

2. 3rd mate Interview Questions and Answers. URL: <https://hellointern.in/blog/3rd-mate-interview-questions-and-answers-90854>

3. Підготовка до інтерв'ю 2 та 3 помічник. URL: <https://educationmarine.com/courses/podgotovka-k-intervyu-2-i-3-pomoshchnik/>

MARITIME SAFETY: MAIN ASPECTS TO MINIMISE RISKS AT SEA

Ustenko A. O.

Kherson State Maritime Academy

Scientific supervisor: Candidate of philological sciences, associate professor Solovey G. S.

Introduction. Maritime transport is the backbone of the global economy, accounting for more than 80% of all international traffic. Ships carry a wide range of cargoes, from oil and gas to food and consumer goods. However, the sheer volume of cargo carried poses numerous risks to ships, their crews, and the environment. Maritime safety encompasses a range of measures and technologies aimed at reducing these risks, protecting the lives of crews, preserving ships, and preventing environmental disasters.

The purpose of this paper is to review the main aspects of maritime safety and their role in minimising risks at sea. From ship reliability to crew training, each component is integral to a comprehensive maritime safety system. In our investigation, we will primarily focus on such aspects of maritime safety as 1) international standards and regulations, 2) technical safety of ships, 3) environmental safety, and 4) the role of crew and training.

The main part. Maritime safety is regulated by a number of international conventions that set common standards for all shipping companies and ships. The main ones are SOLAS with ISM Code and MARPOL, implemented by the International Maritime Organisation (IMO). The SOLAS Convention (Safety of Life at Sea) is the most important international document for protecting human life at sea. It sets standards for ship design, equipment, and operation. Essential requirements include providing life-saving, navigational, fire-fighting, and evacuation equipment [1].

The ISM Code (International Safety Management Code) implements a safety management system for shipping companies. The Code requires companies to develop emergency plans, conduct regular training, and carry out risk assessments to prevent accidents and reduce human error [2].

MARPOL Convention (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) regulates environmental safety issues. It prohibits the discharge of pollutants, including oil, plastic, and other waste, into the marine environment. It sets standards for the treatment and disposal of waste and imposes mandatory requirements on ships to reduce emissions [3].

In addition to IMO, there are several other influential organisations around the world that make a significant contribution to maritime safety by working together to develop standards and provide resources and training for seafarers. The International Association of Classification Societies (IACS) brings together classification societies from around the world that assess the safety, reliability, and environmental performance of ships. It creates technical standards for ships, including requirements for hulls, engines, control systems, and navigation equipment. The International Labour Organisation (ILO) sets labour standards for seafarers that ensure their rights, health, and safety at work. The most well-known ILO convention for seafarers is the Maritime Labour Convention (MLC), which regulates working conditions, social protection, and crew rights. The International Chamber of Shipping (ICS) represents the private shipping sector at the international level. It participates in the development of policies affecting maritime safety and represents the interests of shipping companies in the IMO and other organisations etc.

Ensuring the safety of ships starts with their design and equipment. Ships are designed to meet high standards of strength and stability. The use of strong materials, such as corrosion-resistant steel, increases the durability of the hull. Ships are also designed to meet standards for stability in the event of collision or wave impact. To reduce the risk of damage, the ballast tanks are positioned to ensure the vessel's stability even when partially flooded.

Another important part of maritime safety is navigation and rescue equipment. A modern vessel is equipped with radar, GPS, Automatic Identification Systems (AIS), and collision detection systems to enable the crew to respond quickly to potential threats. Life-saving equipment, including life rafts, life jackets, flares, and emergency buoys, ensures that the crew can be evacuated quickly in the event of an accident.

Regular maintenance of equipment is essential to ensure the proper operation of the vessel. Technical staff inspect and repair all ship systems in accordance with established standards, reducing the risk of breakdowns at sea.

Environmental safety plays a vital role in the development of our civilisation, embracing different spheres of modern industry. Maritime transport has a significant impact on the environment, and the protection of the marine environment is an integral part of maritime safety. The MARPOL Convention provides for measures to limit the discharge of pollutants. Ships must be equipped with waste disposal systems and wastewater collection facilities. Such systems help to keep seawater clean [3].

One of the methods to enhance environmental safety at sea is the use of environmentally friendly fuels. Many ships are switching to low-carbon or alternative fuels to reduce harmful emissions. This helps to reduce the carbon footprint of the shipping industry and ensure its sustainability.

Ballast water treatment is one of the main requirements for environmental safety. Ballast water carried by ships can contain invasive species that threaten local ecosystems. Modern treatment systems disinfect ballast water before it is discharged, protecting local biodiversity.

Maritime safety depends to a large extent on the human factor, which can be reduced by regular training, motivation, and psychological support of the crew. Seafarers receive specialised training in various aspects of safety, such as firefighting, rescue, and first aid. The training includes simulated emergency situations, which help the crew to act quickly and smoothly under real circumstances. The crew conducts regular training, including fire drills, evacuation drills, and other activities to practise emergency procedures. The training enables the seafarers to be prepared for any hazards during the voyage.

The psychological state of the crew plays a vital role in ensuring safe navigation. Maintaining a positive atmosphere on board, providing seafarers with recreational facilities, and communicating with their families help to reduce stress and increase concentration at work. Given the long voyages and distance from family, it is important to provide seafarers with comfortable conditions for rest and communication. Special crew support programmes help to reduce stress and increase motivation.

Conclusions. Maritime safety is an important and complex issue that requires an integrated approach that combines technical innovation, international standards, and human factors. The introduction of the latest technologies, such as satellite systems, electronic charts, and autonomous control, can significantly improve safety. Compliance with international standards, a responsible attitude towards the environment, and psychological support for crews all contribute to a safe and stable future for the maritime industry.

By developing maritime safety, we can save lives, reduce environmental impact, and create a reliable international transport system that is the backbone of the global economy.

REFERENCES

1. SOLAS. International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 (amended). URL : <https://marina.gov.ph/wp-content/uploads/2019/07/SOLAS-FINAL.pdf>
2. ISM Code (International Safety Management Code) URL : <https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/ISMCode.aspx>
3. MARPOL. International Convention for the Prevention of Pollution From Ships (1973/78). URL: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/ConferencesMeetings/Documents/MARPOL%201973%20-%20Final%20Act%20and%20Convention.pdf>
4. IMO. Conventions. URL : <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Default.aspx>
5. Marine Systems & Ocean Technology URL : <https://link.springer.com/journal/40868>
6. Maritime Safety Queensland (MSQ) URL : <https://link.springer.com/journal/40868>
7. Marine Insight. URL : <https://www.marineinsight.com/>

СУЧАСНА ДЕРЖАВНА ПОЛІТИКА УКРАЇНИ У СФЕРІ РОЗВИТКУ ТА РЕГУЛЮВАННЯ МОРЕГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ

Хінець Г.І.

Національний університет «Одеська морська академія»

Науковий керівник: к.ю.н., доц. Іванова А.В.

Вступ. Багатоплановий характер функціонування різноманітних підприємств морегосподарського комплексу України зумовлений широким спектром видів діяльності, асортиментом наданих послуг, участю великої кількості суб'єктів у виробничих процесах, високим рівнем конкурентного середовища та багатофункціональністю галузі. За таких умов особливої ваги набуває роль державної політики, спрямованої на регулювання та розвиток морегосподарської сфери.

Основна частина. Державна політика України у сфері морегосподарства — це цілісна система стратегічних, правових, економічних, організаційних та екологічних заходів, спрямованих на формування і реалізацію національних інтересів держави у морському просторі, забезпечення ефективного використання морських ресурсів, розвитку морської інфраструктури та гарантування безпеки судноплавства. Її основним призначенням є утвердження України як морської держави, здатної забезпечити сталий розвиток свого морського потенціалу, інтегруватися до світового транспортно-економічного простору та захищати власні інтереси у Чорному і Азовському морях, а також у прилеглих акваторіях. Її основним призначенням є утвердження України як морської держави, здатної забезпечити сталий розвиток свого морського потенціалу, інтегруватися до світового транспортно-економічного простору та захищати власні інтереси у Чорному і Азовському морях, а також у прилеглих акваторіях.

У правовому вимірі державна морегосподарська політика ґрунтується на Конституції України, міжнародних договорах, ратифікованих державою, а також на положеннях Морської доктрини України на період до 2035 року, Закону України «Про морські порти України» та низки нормативно-правових актів, які визначають принципи раціонального використання морських ресурсів, охорони морського середовища та організації морської діяльності. Правове забезпечення політики у цій сфері відображає прагнення держави узгодити власні інтереси з нормами міжнародного морського права, передусім Конвенції ООН з морського права 1982 року, що визначає правовий режим морських просторів, зокрема внутрішніх вод, територіального моря, прилеглої зони, виключної економічної зони та континентального шельфу.

Зміст державної політики України у сфері морегосподарства формується на основі принципу збалансованості економічних, екологічних і безпекових пріоритетів. У цьому контексті важливою метою є забезпечення комплексного управління морською діяльністю, спрямованого на розвиток портової інфраструктури, судноплавства, суднобудівної галузі, морського транспорту та логістики. В умовах глобалізації Україна розглядає морське господарство як один із ключових секторів економіки, що забезпечує інтеграцію до міжнародних транспортних ланцюгів, сприяє зростанню експортного потенціалу та посиленню транзитної функції держави. Відповідно державна політика спрямовується на створення сприятливих умов для інвестування, розвиток механізмів державно-приватного партнерства, модернізацію портових потужностей, запровадження сучасних технологій управління вантажопотоками та цифровізацію процедур у морській сфері.

Важливим напрямом морегосподарської політики є забезпечення безпеки судноплавства та охорона морських кордонів. Україна приділяє особливу увагу зміцненню системи морської безпеки, модернізації Військово-Морських Сил, розвитку берегової охорони та удосконаленню механізмів контролю за судноплавством відповідно до міжнародних стандартів. Після початку збройної агресії російської федерації питання морської безпеки набуло виняткової ваги, оскільки морський простір став не лише ареною

економічної діяльності, а й важливим елементом національної оборони. У цьому зв'язку державна політика орієнтується на розвиток оборонно-морського потенціалу, забезпечення охорони морських комунікацій, демінування акваторій та участь у міжнародних програмах безпеки. Так, у 2024 році Указом Президента України №468/2024 введено в дію рішення Ради національної безпеки і оборони України від 17 липня 2024 року «Про Стратегію морської безпеки України» та затверджено Стратегію морської безпеки України.

Не менш важливою складовою державної політики України у сфері морегосподарства є охорона морського середовища та раціональне використання природних ресурсів. Держава розробляє і впроваджує заходи, спрямовані на зменшення антропогенного навантаження на морські екосистеми, запобігання забрудненню з суден, берегових об'єктів і річкових стоків, а також на підвищення рівня екологічної безпеки портів. У політиці передбачено інтеграцію екологічного підходу до всіх напрямів морської діяльності, що узгоджується з європейськими принципами «зеленого» розвитку та сталого управління водними ресурсами.

Суттєве місце у реалізації морегосподарської політики України займає кадрове, наукове та освітнє забезпечення. Держава підтримує підготовку кваліфікованих морських фахівців, удосконалює систему сертифікації моряків, стимулює розвиток наукових досліджень у галузі гідрографії, морської біології, суднобудування та морського права. Формування високопрофесійного кадрового потенціалу є необхідною умовою підвищення конкурентоспроможності українського морегосподарського комплексу та забезпечення його відповідності міжнародним стандартам.

Водночас сьогодні морегосподарська політика України стикається з низкою викликів, пов'язаних із втратою контролю над частиною морських акваторій, руйнуванням портової інфраструктури, мінуванням морських шляхів та екологічними ризиками, спричиненими бойовими діями. Ці фактори обумовлюють потребу у переосмисленні стратегічних підходів, активізації міжнародного співробітництва, залученні іноземних інвестицій і зміцненні правових механізмів захисту національних інтересів.

Б. А. Кормич відзначає, що однією з основних причин низької результативності державної політики України у сфері морегосподарства є недостатня якість її стратегічного планування та відчутне відставання від сучасних концептуальних підходів до її формування. Науковець наголошує, що ефективність сучасних систем державного управління морською галуззю визначається їхньою інтегративною природою, яка передбачає узгодження та балансування інтересів усіх зацікавлених сторін. Водночас така інтеграційна модель має певну залежність від рівня забезпечення національної безпеки, адже у ситуаціях наявних або потенційних конфліктів саме спроможність держави захищати власні інтереси, у тому числі шляхом застосування сили, виступає визначальним чинником її ефективності [3, с. 38].

З огляду на активні інтеграційні процеси, ефективне функціонування морегосподарського комплексу України неможливе без послідовної державної підтримки національної морської галузі, створення сприятливого інвестиційного клімату для розвитку морської індустрії та запровадження системи податкових і фінансових стимулів, спрямованих на підвищення конкурентоспроможності суднобудівних підприємств.

Л. О. Гришина, П. М. Карась та Л. М. Філіпішина наголошують, що ключовими завданнями державної політики у напрямі розвитку морегосподарського комплексу України є:

- 1) формування сприятливого нормативно-правового, фінансового та податкового середовища, яке забезпечуватиме стабільне функціонування й динамічний розвиток морської галузі;
- 2) створення передумов для ефективного ринкового саморегулювання у сфері морегосподарської діяльності, а також здійснення ліквідації або перепрофілювання

підприємств суднобудівної та судноремонтної галузей, що втрачають конкурентоспроможність;

3) активізація інвестиційної діяльності, спрямованої на модернізацію та розвиток морських портів і їх інфраструктурних об'єктів, у тому числі шляхом передачі окремих підприємств портової галузі та частини інфраструктури у концесію;

4) зміцнення конкурентоспроможності водного транспорту України як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку транспортних послуг, забезпечення його стійких позицій у глобальному логістичному просторі;

5) активне використання транзитного потенціалу держави та прискорення процесів інтеграції національної транспортної системи до європейської мережі перевезень з метою підвищення її ефективності та привабливості;

6) оптимізація системи документообігу, удосконалення дозвільних механізмів і скорочення термінів обробки вантажів, що сприятиме підвищенню продуктивності, оперативності та якості виконання вантажно-розвантажувальних операцій;

7) гармонізація стандартів екологічної безпеки діяльності морських портів із міжнародними нормами, а також впровадження європейських вимог щодо поводження з небезпечними вантажами та забезпечення сталого розвитку морської інфраструктури [1, с. 134].

Для прискорення інтеграції морегосподарського комплексу України до європейської економічної системи, підвищення його конкурентоспроможності та здатності ефективно задовольняти потреби національної економіки та населення необхідно здійснити техніко-технологічне оновлення суднобудівного виробництва, модернізацію існуючої інфраструктури морських і річкових портів, а також впровадження мультимодальних транспортних технологій і створення сучасних інфраструктурних комплексів.

Слід підтримати точку зору Н. В. Гусаріної, О. А. Липинської та В. К. Скитяшиної, що державна регуляторна політика України у сфері морегосподарства має реалізовуватися з метою забезпечення оптимізації та стабільності взаємовідносин між державою та суб'єктами господарювання в умовах ринкового середовища. Вона повинна передбачати комплекс заходів державного регулювання різних аспектів діяльності підприємств морського сектору. Особливу увагу слід приділити формуванню ефективних транспортно-логістичних систем у регіонах країни, активізації державної ролі в проведенні економічних та законодавчих реформ, спрямованих на інтеграцію України у міжнародні проекти з розвитку мережі логістичних центрів. Необхідне також комплексне реформування положень національного законодавства, що стосуються підтримки суднобудівної галузі. Зокрема, заходи підтримки мають бути комплексними та системними, що передбачає відхід від прямого фінансування підприємств суднобудівної галузі та надання прямих преференцій. Натомість вони повинні спрямовуватися на усунення бар'єрів, які заважають вітчизняним виробникам здійснювати масштабні та довгострокові інвестиції, призводять до необґрунтованого вилучення обігових коштів через несприятливі податкові механізми та створюють спотворення конкуренції [2, с. 28].

Висновки. Отже, можна констатувати, що у сучасних умовах державна політика України у сфері морегосподарства набуває комплексного характеру, поєднуючи економічну раціональність, екологічну відповідальність та безпекову спрямованість. Вона трансформується у відповідь на геополітичні зміни, забезпечуючи адаптацію національного морського сектору до нових викликів і водночас зберігаючи стратегічну мету — перетворення України на потужну морську державу європейського рівня, здатну ефективно управляти своїми морськими ресурсами, розвивати інфраструктуру та забезпечувати належний рівень захисту морських інтересів у системі міжнародних відносин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гришина Л. О., Карась П. М., Філіпішина Л. М. Тенденції, проблеми та перспективи розвитку морегосподарського комплексу України в умовах євроінтеграції. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2019. Вип. 24(1). С. 131–135.
2. Гусаріна Н. В., Липинська О. А., Скітяшина В. К. Формування механізму державної підтримки розвитку морегосподарського комплексу України. *Економіка: реалії часу*. 2021. №5(57). С. 23–29.
3. Kormych B., Averochkina T., Gaverskyi V. The Ukrainian Public Administration of Territorial Seas: A European Example. *European Energy and Environmental Law Review*. 2020. Vol. 29. Iss. 2. P. 26–38.

МОВЧАННЯ, ПАУЗИ ТА ТИША У МІЖКУЛЬТУРНІЙ КОМУНІКАЦІЇ МОРСЬКИХ ФАХІВЦІВ

Чабанов А. О.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: к.і.н., доц. Добровольська В. А.

Вступ. Глобалізаційні процеси в сучасному світі підкреслюють важливість ефективної міжкультурної комунікації, яка виникла як інтегрована наукова галузь. Вона досліджує особливості вербального та невербального спілкування представників різних національних та лінгвокультурних спільнот. У сучасних умовах, коли людство стикається з наростаючою складністю та великими вимогами до соціальних систем [1, с. 103], її роль стає першочерговою.

Увага дослідників традиційно приділяється вербальним засобам, проте невербальна комунікація, або «безмовна мова», відіграє понад 90% інформаційної ролі у перші секунди спілкування [2, с. 207]. Серед невербальних засобів феномен мовчання є найбільш багатозначним. Мовчання – це не просто відсутність звуку; це потужний комунікативний сигнал, інтерпретація якого повністю залежить від національно-культурного контексту, оскільки кожна культура має свої приховані виміри неусвідомленої культури [1, с. 133]. Для майбутніх моряків, які працюють у полікультурних екіпажах, де неправильне тлумачення пауз може становити пряму загрозу безпеці судноплавства, розуміння «граматики мовчання» є професійною необхідністю. Наукова галузь, що вивчає цей феномен, має назву сайлентологія [2, с. 209].

Саме ця культурна багатозначність мовчання переводить його з категорії лінгвокультурологічного феномену в категорію критичного операційного ризику, що особливо гостро виявляється в умовах багатонаціональних морських екіпажів.

Актуальність дослідження підкреслюється тим, що 90% міжнародних торговельних суден мають багатонаціональні екіпажі. Дослідження показують, що 34% морських аварій пов'язані із культурними непорозуміннями та комунікаційними збоями. Крім того, такі інциденти є причиною 62% морських страхових претензій, що перевищують 100 000 доларів США [3].

Мета дослідження полягає в аналізі культурної зумовленості та функцій мовчання, пауз і тиші в процесі міжкультурної комунікації, з висвітленням їхнього значення та інтерпретації в умовах роботи багатонаціональних морських екіпажів і забезпечення безпеки судноплавства.

Основна частина. Зважаючи на багатозначність феномену та необхідність його точної інтерпретації у критичних ситуаціях, вважаємо за необхідне встановити чітку термінологічну диференціацію між мовчанням, паузою та тишею.

У контексті сайлентології, феномени розмежовуються за функціональним навантаженням. Мовчання (Silence) визначається як активна, свідомо або підсвідомо відмова від вербалізації, що виконує референційну (пряме «ні»), емоційну (гнів, повага) або стратегічну функції, а Пауза (Pause) є короткочасним розривом у мовленнєвому потоці, часто застосовуваним як «медитативне мовчання» для обдумування наступної репліки. Натомість, Тиша (Quietness), як відсутність звукового фону у зовнішньому середовищі, набуває комунікативного значення через раптовість чи зміну патерну, функціонуючи як невербальний сигнал тривоги та маркер критичної проблеми.

Комунікативне мовчання слід розуміти не як комунікативну порожнечу, а як повноцінний елемент повідомлення. Філософ Платон стверджував, що саме з мовчання народжується думка, коли відбувається «розмова душі з собою», а філософ Прокл підкреслював, що логосу обов'язково мусить передувати мовчання [2, с. 210]. Мовчання може бути невербальним заміщенням (субституцією) мовного повідомлення або служити для наголошення на важливості вербального змісту.

Особливе значення має «медитативне мовчання», яке мовець застосовує з метою

обдумування наступної репліки, а також «мовчання слухача», яке підтримується лише поглядами та жестами. Філософ Людвіг Вітгенштейн зазначав, що про що не можна говорити, про те слід мовчати, тому мовчання може маркувати зону невиражального, яка має залишатися поза вираженням. У багатьох культурах мовчання асоціюється з мудрістю, про що свідчить прислів'я: «Слово – срібло, мовчання – золото».

Ключовим теоретичним інструментом для міжкультурного аналізу є класифікація культур за контекстною спрямованістю, розроблена Едвардом Холлом, що протиставляє ширококонтекстні (високого контексту) та вузькоконтекстні (низького контексту) культури. Рівень контексту визначає все в комунікації і є її основою.

У ширококонтекстних культурах (наприклад, Японія, Китай) значна частина інформації передається невербально, через контекст і статус. Тут мовчання має значну вагу, вважається добродететом, може бути ознакою мудрості. У японській культурі існує концепт «іссін денсін» – взаєморозуміння без слів [2, с. 227]. Ці культури демонструють стабільність і повільні зміни, що є їхнім способом боротьби з інформаційним перевантаженням [1, с. 93, 103]. У таких культурах мовчання використовується як знак поваги до старшого за статусом або як інструмент уникнення прямого конфлікту [4, с. 44].

Натомість, вузькоконтекстні культури (Сполучені Штати, Німеччина) вимагають, щоб інформація була максимально вербалізована та експліцитна. Вони характеризуються точним стилем комунікації, де багатозначність є перешкодою. Ці системи швидко розвиваються [1, с. 103] і покладаються на чітку, вербалізовану комунікацію, оскільки відповідальність у них зазвичай дифузно розподілена по всій системі. Представники цих культур відчувають дискомфорт від довгих пауз, які сприймають негативно – як ознаку нерішучості або неухваленості. Вузькоконтекстні культури, наприклад, Сполучені Штати, заохочують асертивну (напористу) самопрезентацію [2, с. 248].

Проте, слід зазначити, що дихотомія Холла є теоретичним інструментом. Жодна нація не є абсолютно широко- чи вузькоконтекстною, і всі культури містять елементи обох. Наприклад, навіть у вузькоконтекстних Сполучених Штатах спілкування всередині сімейних одиниць часто є ширококонтекстним. Таке нюансування є критичним для морського середовища, де комунікаційний стиль є функціонально змінним: операційні процедури на містку завжди вимагають вузькоконтекстного стилю (чітких, експліцитних формулювань), тоді як міжособистісні відносини та ієрархія можуть формувати внутрішні ширококонтекстні субконтексти (базуючись на повазі та непрямих сигналах).

Мовчання не існує ізольовано, а інтегрується в ширшу систему невербальних кодів. Інтерпретація тиші та пауз безпосередньо залежить від проксемики (використання простору) та кінесики (мови тіла).

Проксемика, як один із ключових невербальних кодів, згідно з даними Едварда Холла, поділяє міжособистісний простір на зони, порушення яких викликає дискомфорт: інтимна (0–45 см), персональна (45–120 см), соціальна (120–400 см) та публічна (400–1750 см) [2, с. 223]. Американський простір значно більший порівняно з європейським. Представники азійських народів можуть часто наближатися ближче, ніж це допускає персональний простір. Уявімо ситуацію на судні: капітан (американець) дотримується персональної зони (45–120 см). Якщо підлеглий з ширококонтекстної культури (де інтимна відстань менша) наближається ближче, зберігаючи при цьому мовчання, капітан відчуває подвійний дискомфорт (від порушення простору та відсутності вербалізації), що може бути витлумачено як комунікативна агресія, хоча насправді це може бути лише вираженням глибокої уваги.

Мовчання часто доповнюється жестами або позою, що є елементами кінесики. Наприклад, жест «підпирання щоки вказівним пальцем» може тлумачитися американцями як «який він розумний» [2, с. 208], але в інших культурах може мати протилежне значення. У контексті мовчазного обговорення, мова тіла набуває ключового значення, оскільки вона виражає несвідоме (підсвідоме) людини, забезпечуючи критично важливий канал інформації, коли вербальний канал заблокований мовчанням.

Таким чином, усвідомлення важливої ролі невербального комплексу (мовчання у поєднанні з кінесикою та проксемікою) у формуванні імпліцитного змісту виводить дослідження на прикладний рівень, де культурні закономірності інтегруються у функціональний контекст безпеки судноводіння.

Перехід до аналізу практичних аспектів вимагає інтеграції виявлених культурних закономірностей у функціональний контекст безпеки судноводіння: управління судном вимагає чітких, прямих формулювань, що відповідає вузькоконтекстному стилю комунікації, проте культурна невідповідність між цим операційним стилем та національними стратегіями екіпажу може мати небезпечні наслідки.

Далі представлено три типові практичні кейси, які ілюструють, як культурна невідповідність комунікативних стратегій призводить до критичних операційних ризиків:

1. Кейс А «Хибне тлумачення мовчання як згоди в ієрархії». У ширококонтекстних культурах, особи, що перебувають на владних позиціях, несуть особисту та реальну відповідальність за дії підлеглих. Якщо молодший офіцер з ширококонтекстної культури отримує наказ від капітана (представника вузькоконтекстної культури), який він вважає небезпечним, він може уникнути прямої відмови, застосувавши мовчання як форму незгоди чи поваги [2, с. 211, 229; 4, с. 44]. Капітан, який очікує асертивної (напористої) самопрезентації та негайної вербалізації, може інтерпретувати цю паузу як згоду, що призведе до хибного маневру та аварійної ситуації.
2. Кейс Б «Тиша як невербальний сигнал тривоги». Навігаційний місток функціонує на основі кодів з великою лаконічністю та низькою двозначністю, подібно до мови спілкування між пілотами та персоналом диспетчерської вежі [1, с. 133]. Хоча операційна чіткість прагне до вузькоконтекстного стилю, раптова тиша серед вахтових офіцерів під час складної роботи може слугувати невербальним заміщенням, сигналізуючи про несподівану проблему, яка вимагає негайної уваги (зона невиражального). Це не просто «медитативне мовчання», а активний невербальний індикатор, який може попередити про критичну ситуацію, якщо вербалізація заблокована страхом втрати обличчя або нерішучістю.
3. Кейс В «Конфлікт комунікативної поведінки». Взаємодія між представниками різних культурних стилів часто виявляється у сфері асертивності/чуйності (Assertiveness/Responsiveness) [5, с. 1]. На зборах екіпажу, де присутній судновий інженер із вузькоконтекстної культури (який схильний до асертивної самопрезентації) та старший механік із ширококонтекстної культури (який надає перевагу стриманості), мовчання механіка може бути розцінено інженером як відсутність кваліфікації. У свою чергу, старший механік може розцінити напористість інженера як надмірну балакучість, що асоціюється в його культурі з марнослів'ям та невмінням спілкуватися. Ці розбіжності заважають конструктивному діалогу та ефективному управлінню, оскільки комунікативні стратегії кожного учасника суперечать ідеалам іншого.

Висновки. Проведене дослідження підтверджує, що мовчання, паузи та тиша є значущими, проте культурно маркованими елементами комунікації, інтерпретація яких залежить від дихотомії ширококонтекстних та вузькоконтекстних культур. Те, що в ширококонтекстній культурі є ознакою мудрості та поваги, у вузькоконтекстній культурі часто розцінюється як вакуум, який потрібно заповнити, або неухважність.

Для морського фахівця, який працює у міжнародному колективі, критично важливим є розвиток міжкультурної компетентності та здатність відрізняти мовчання як знак поваги (характерний для культур з високою дистанцією влади) від мовчання як приховування проблеми, що може загрожувати безпеці судна. Розуміння того, що в ширококонтекстних системах особа на владній позиції несе особисту відповідальність за дії підлеглих, пояснює, чому мовчання використовується для уникнення конфлікту, а не для прямої вербалізації незгоди.

Успішна комунікація вимагає поєднання точного вербального стилю (для операційної чіткості на містку) із чутливістю до невербальних сигналів колег, щоб уникнути комунікативних бар'єрів. Таким чином, мовчання у багатонаціональному морському екіпажі трансформується з лінгвокультурологічного феномену у критичний інструмент управління операційними ризиками, а міжкультурна грамотність стає ключовою якістю, яка визначає професіоналізм морського фахівця у багатонаціональному екіпажі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hall E. T. *Beyond Culture*. New York : Anchor Books/Doubleday, 1976. 287 p. URL: https://monoskop.org/images/6/60/Hall_Edward_T_Beyond_Culture.pdf
2. Манакін В. М. Мова і міжкультурна комунікація : навч. посіб. Київ : ВЦ «Академія», 2012. 288 с.
3. Cultural intelligence: the maritime safety tool hiding in plain sight. URL: <https://strive-high.com/single-post/cultural-intelligence-maritime-safety-tool/>
4. Светлова А. И. Лингвокультурные исследования коммуникативного молчания. *Філологічні трактати*. 2011. Т. 3. № 4. С. 43–46.
5. Ishii S., Thompson C. A. A Comparison of the Assertiveness/Responsiveness Construct between Japanese and Americans. *Biennial Convention*. Singapore, August 2-10, 1989. URL: <https://eric.ed.gov/?id=ED318051>

***ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДЕН***

ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЮ ШКІДЛИВИМИ РЕЧОВИНАМИ, ЩО ПЕРЕВОЗЯТЬСЯ НАЛИВОМ

Васильєв М. М.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: д.с.н., проф., Чабан В. О.*

Вступ. Забруднення морського середовища шкідливими рідкими речовинами, що перевозяться наливом, є одним із найнебезпечніших екологічних факторів, пов'язаних з експлуатацією морських суден. Розливи та неконтрольовані скиди можуть призвести до певної «деградації» морських екосистем, втрати біорізноманіття та шкоди здоров'ю людей. Основним міжнародним документом, який регламентує запобігання подібним видам забруднення, є Міжнародна конвенція про запобігання забрудненню з суден, ухвалена Міжнародною морською організацією у 1973 році та доповнена Протоколом 1978 року (далі — MARPOL 73/78 або Конвенція) [1]. Другий додаток цієї Конвенції визначає правила перевезення небезпечних рідких речовин наливом та встановлює систему контролю за операціями, які можуть становити загрозу для морського середовища. У цій роботі аналізується не лише сама нормативна база й технічні та організаційні вимоги, а також останні наукові дослідження, що демонструють, як на практиці реалізуються ці правила та які проблеми виникають під час транспортування й операцій із речовинами категорій другого додатку MARPOL 73/78.

Основна частина. Другий додаток MARPOL 73/78 класифікує рідкі шкідливі речовини за чотирма категоріями залежно від їх небезпеки для морського середовища: X — найбільш небезпечні речовини, скидання у море заборонено, залишки передаються у спеціальні приймальні споруди після промивання танків у портах; Y — небезпечні речовини, але менш шкідливі, ніж X, скидання можливе лише у визначених районах та за суворих умов; Z — речовини з відносно низькою небезпекою, скидання допускається з дотриманням встановлених вимог, зокрема під час дебаластування; інші речовини (OS, Other Substances) — мінімально небезпечні вантажі, для яких діють найменш суворі правила. Така класифікація дозволяє застосовувати диференційовані заходи контролю та експлуатаційні обмеження [2].

Технічні вимоги MARPOL 73/78 передбачають обов'язкову наявність подвійних корпусів для танкерів, систем зливу та промивання танків, обладнання для збору залишків вантажів та спеціальних підводних випусків для дозволених скидів, що дозволяє мінімізувати ризик забруднення морського середовища під час перевезення шкідливих рідких речовин. Після завершення операцій з перекачування вантажу об'єм залишків у танках не повинен перевищувати 75 літрів на кожен вантажний танк. Для речовин певних категорій Конвенція допускає їх скидання у відкритому морі за дотримання суворих умов: на відстані щонайменше 12 морських миль від берега, при швидкості судна не менше ніж 7 вузлів та у районах з глибиною не менше 25 метрів. Організаційні заходи включають ведення журналу операцій із шкідливими рідинами, дотримання встановлених на борту процедур перевезення, промивання та скидання залишків, регулярні тренування екіпажу та готовність до аварійних ситуацій, що забезпечує безпечну експлуатацію танкерів та зменшує ризик аварійних розливів. Важливим елементом є наявність у портах спеціальних приймальних споруд для залишків вантажів, що дозволяє запобігати незаконним скидам та гарантує контроль за утилізацією небезпечних речовин. Поєднання технічних та організаційних заходів створює комплексну систему безпеки, яка забезпечує відповідність перевезень вимогам MARPOL 73/78 та мінімізує негативний вплив на морське середовище.

На практиці проблеми виникають через технічну зношеність суден, недотримання екіпажем процедур та обмежену інфраструктуру портів. Тому Міжнародна морська організація періодично вносить зміни до другого додатку. Наприклад, поправки 2021 року встановили обов'язкове попереднє промивання танків для стійких плаваючих продуктів,

які довго залишаються на поверхні води та становлять підвищений ризик для морського середовища, а також уточнили процедури контролю для інших груп вантажів [3].

Візьмемо, до прикладу, наукове дослідження, де було проаналізовано 233 зафіксованих випадків скидів небензинових речовин із хімічних танкерів у територіальних водах та виключній економічній зоні Швеції протягом 2020–2023 років [4]. Частина цих викидів, а саме 16% відбулася в межах охоронюваних морських територій Natura 2000 (Natura 2000 — європейська мережа охоронних територій в країнах-членах ЄС, яка має на меті зберегти найцінніші та найрідкісніші види рослин, тварин та їхні середовища існування [5]), що підкреслює потенційні ризики для локальних екосистем. У дослідженні вдалося ідентифікувати низку випадків, де скиди стосувалися речовин рослинного походження, зокрема метилових ефірів жирних кислот та інших органічних сполук. Хоча ці речовини не належать до нафтопродуктів, у значних обсягах вони можуть утворювати плівки на поверхні води, зменшувати доступ кисню та негативно впливати на планктон, риби та донні екосистеми. Згідно з дослідженням, навіть за умови дотримання вимог Другого додатку MARPOL 73/78 та Міжнародного кодексу з будівництва та обладнання суден, що перевозять небезпечні хімічні вантажі наливом, у системі контролю існують прогалини, а ефективність запобігання забрудненню значною мірою залежить від рівня спостереження та готовності реагувати на порушення.

Висновки. Міжнародна конвенція про запобігання забрудненню з суден, ухвалена Міжнародною морською організацією у 1973 році та доповнена Протоколом 1978 року є фундаментальним документом, що забезпечує екологічну безпеку морських перевезень. Другий додаток встановлює комплексну систему заходів, яка включає класифікацію речовин, технічні вимоги до суден та портів, а також обов'язкові організаційні процедури. Реалізація цих вимог можлива лише за умови високої дисципліни та професійної підготовки екіпажів, належного державного контролю та постійного вдосконалення міжнародних стандартів. Аналіз сучасного наукового дослідження, згаданого в цій роботі, свідчить про наявність прогалин у системі контролю, зокрема щодо скидів небензинових речовин у чутливих морських зонах. Це підкреслює необхідність посилення моніторингу, впровадження цифрових систем спостереження та подальшого розвитку екологічних технологій у суднобудуванні та портовій інфраструктурі. Комплексне застосування цих заходів є запорукою зменшення екологічних ризиків і збереження морського середовища для майбутніх поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міжнародна конвенція із запобігання забрудненню з суден. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Міжнародна_конвенція_із_запобігання_забрудненню_з_суден
2. Carriage of chemicals by ship. URL: <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/chemicalpollution-default.aspx>
3. MARPOL Annex II and the IBC Code. URL: <https://www.lr.org/en/services/statutory-compliance/marpol-international-convention-for-the-prevention-of-pollution/marpol-annex-ii-and-the-ibc-code/>
4. Kjell Larsson, Ulrica Carlson, Erik Stålnacke. Recurrent discharges of non-petroleum substances from chemical tankers in Swedish marine Natura 2000 sites are against the aims of EU Directives. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11965057/>
5. Natura 2000. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Natura_2000

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ВИДІВ СУДНОВОГО ПАЛЬНОГО

Віниченко О. Г.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.е.н., доц., Стовба Т.А.*

Вступ. Світове судноплавство щороку споживає майже 350 млн т викопного пального, що супроводжується 3% викидів вуглецю, який затримує тепло в атмосфері, підвищуючи глобальну температуру. Для порівняння: у 2019 р. за даними Єврокомісії викиди вуглецю автівками складали 6% від загального обсягу викидів, вантажівками та залізничним транспортом — по 4% [1]. Міжнародна морська організація (ІМО) встановила високі цілі щодо глобальної декарбонізації судноплавства: до 2030 р. скоротити викиди вуглецю на 40%, до 2050 р. зменшити викиди CO₂ на 70% та парникових газів на 50% від рівня 2008 р. Ефективним заходом в даному напрямку є перехід морського транспорту на низьковуглецеві та відновлювані палива. XI сесія ІМО Підкомітету з людського фактору, підготовки та несення вахти (Лондон, 2025) затвердила необхідність підготовки моряків для роботи на судах з використанням альтернативних видів пального та нових технологій.

Метою роботи є аналіз перспектив використання альтернативних палив на морському транспорті та розробка рекомендацій, які сприятимуть формуванню у майбутніх суднових механіків компетентностей, що відповідають тенденціям розвитку суднової енергетики, а також можуть стати в нагоді судновласникам для ухвалення рішень стосовно напрямів модернізації та оновлення їхнього флоту.

Основна частина. Через задану ІМО траєкторію декарбонізації морський транспорт має переходити на нові технології та енергоносії і розуміти їхній вплив на витрати, вартість активів та прибутковість експлуатації суден. Судновласники відчули збільшення тиску щодо необхідності скорочення викидів вуглецю та парникових газів від їхньої діяльності. У найближче десятиліття декарбонізацію в судноплавстві підштовхуватимуть три ключові чинники: правила та політики, доступ до інвестицій, очікування вантажовласників і споживачів [2]. Усі альтернативні види пального для морського транспорту зіштовхуються з перешкодами щодо їхнього використання, хоча складність подолання цих бар'єрів буде для кожного з них різною. До типових бар'єрів відносять високу вартість відповідного обладнання, систем для зберігання пального на борту суден, необхідність у додатковому просторі для його зберігання, низьку технічну готовність, високу ціну на пальне та його обмежену доступність, відсутність глобальної інфраструктури бункерування та забезпечення безпеки. Станом на червень 2021 р. лише 0,5% суден у світі використовували альтернативні палива, але у 2021 р. 11,8% замовлень були на спорудження суден саме на альтернативному пальному (рис. 1), з яких 6,1% замовлень на судна на скрапленому природному газі (СПГ), 3,8% — на електричних акумуляторних батареях, 1,5% — на зрідженому нафтовому газі (ЗНГ), 0,3% — на метанолі, 0,06% — на водні та 0,02% — на аміаку [2]. За своїми хімічними та фізичними характеристиками альтернативні види пального суттєво відрізняються від традиційних палив для морського транспорту.

Наявність і доступність інфраструктури для постачання палив, їх зберігання та бункерування — важливий аспект для розвитку ринку альтернативних палив для морського транспорту. У портах вже є діючі термінали СПГ, метанолу та аміаку, які можна модернізувати для бункерування суден. Крім цього, будуються нові термінали. В Україні є діючий аміачний термінал у порту Південний із обсягом зберігання 120 тис. т, який може використовуватись і для перевантаження суден або барж із аміаком. Поблизу у Румунії наявний метанольний термінал у порту Констанца із обсягом зберігання понад 50 тис. т. У Болгарії у порту Русе на р. Дунай будується термінал СПГ для бункерування суден внутрішньої навігації із обсягом зберігання 1 тис. м³, що є частиною генерального

плану СПГ для магістралі Рейн-Майн-Дунай.

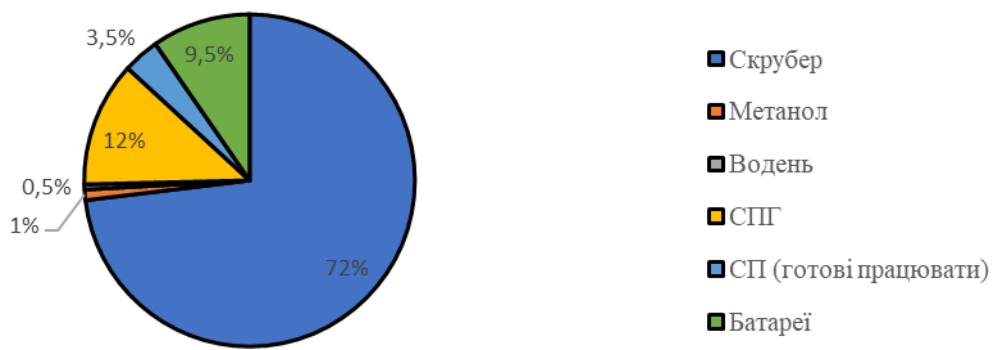


Рисунок 1 — Частка суден в експлуатації та замовленні за видами альтернативних палив і з використанням скрубберів [3]

Останнім часом серед альтернативних видів пального для морського транспорту найбільш розповсюдженим є СПГ, який являє собою природний газ, очищений та переведений у рідкий стан за рахунок охолодження до температури — 162°C. У світі понад 600 суден використовують СПГ в якості пального. СПГ використовують як дієвий спосіб для дотримання обмежень у районах контролю викидів на існуючих судах і планується для застосування на нових судах. Ключовою екологічною перевагою СПГ є скорочення викидів SOx, твердих часток, NOx та CO₂ порівняно із традиційними нафтопродуктами [4]. При використанні СПГ утворюються найменші викиди парникових газів серед викопних палив для морського транспорту (рис. 2). Можна досягнути і більшого скорочення парникових газів, якщо СПГ виробляти з відновлюваної сировини, наприклад, з біомаси шляхом її анаеробної ферментації у біогазовій установці з наступним очищенням біогазу до біометану — біо-СПГ.

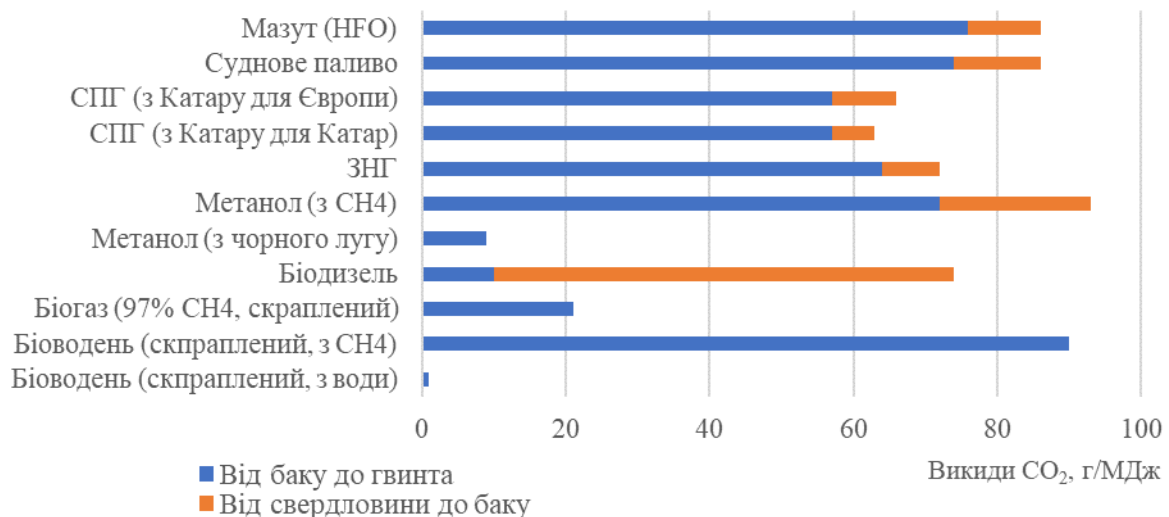


Рисунок 2 — Викиди CO₂ від традиційних та альтернативних палив на водному транспорті [5]

Метанол (метиловий спирт) є гарною заміною бензину, використовується в сумішевих видах пального, а також може забезпечити хороший рівень продуктивності в дизельних двигунах. Для використання в дизельних двигунах необхідно подавати невелику кількість дизельного пального разом з метанолом або застосовувати покращувач запалювання. Також метанол використовують для виробництва біодизелю, метил-трет-бутилового етеру, диметилового етеру та у паливних елементах. У складі метанолу нема

сірки, при його спалюванні викиди NO_x утворюються у невеликій кількості, а викиди твердих частинок відсутні, тому це пальне вважається перспективним для морського транспорту. Відновлюваний метанол можна виробляти двома шляхами. Біометанол отримують з біомаси — відходів і побічних продуктів лісового та сільськогосподарського виробництва, біогазу зі звалищ, стічних вод, твердих побутових відходів, а також чорних луг целюлозно-паперової промисловості. «Зелений» е-метанол отримують з використанням CO_2 , що уловлюється з відновлюваних джерел (наприклад, використання біоенергетичних технологій із уловленням та зберіганням вуглецю і пряме уловлювання з повітря), та «зеленого» водню, тобто водню, виробленого з використанням відновлюваної електроенергії [6]. Наразі у світі виробляється менше 0,2 млн. т/рік відновлюваного метанолу.

Аміак є потенційним паливом для морських суден з нульовими викидами вуглецю. Порівняно із судновим паливом MGO (Marine Gas Oil), вміст енергії аміаку у рідкому стані становить менше половини за масою та приблизно 30% за об'ємом. Аміак можна використовувати в якості суднового пального як у двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ), так і в паливних елементах. Через високу температуру самозаймання аміак потребує вищого ступеня стиснення (35:1 і вище), ніж у типових дизельних двигунах (16–23:1). Важко сконструювати такий двигун, і тому для забезпечення більш стабільного горіння необхідно використовувати додаткове пальне з нижчою температурою самозаймання. Тому двигуни з примусовим запалюванням на аміаку можуть використовуватись для невеликих суден, тоді як модифіковані двотактні (двопаливні) дизельні двигуни — на великих теплоходах. Спалювання аміаку або аміачних сумішей може супроводжуватись викидами оксидів азоту (NO_x), закису азоту (N_2O) і прямих викидів аміаку (NH_3). Наразі немає досвіду тривалої експлуатації суднових двигунів на аміаку [7]. Аміак, вироблений з природного газу, утворює такі ж викиди CO_2 , як і суднове пальне MGO з низьким вмістом сірки. Тому суттєве зменшення викидів парникових газів може бути досягнуто за умови виробництва аміаку із використанням відновлюваних джерел енергії [8].

Водень вважають судновим паливом майбутнього: при спалюванні забезпечує нульові викиди вуглецю, має високу енергетичну щільність, яка сприяє ефективному перетворенню на електричну енергію, характеризується вуглецевою нейтральністю. Для використання на судах його можна зберігати у вигляді криогенної рідини, стисненого газу або хімічно зв'язаним. Зріджувати водень можна при температурах до -240°C , підвищуючи тиск до «критичного» — 13 бар. Щільність енергії на масу водню, із врахуванням нижчої теплоти згоряння 120 МДж/кг, приблизно в три рази перевищує щільність енергії мазуту. При цьому об'ємна щільність зрідженого водню (71 кг/м^3) становить лише 7% від показника мазуту. Це призводить до приблизно п'ятикратного збільшення об'єму порівняно з тією ж енергією, що зберігається у мазуті. При зберіганні водню у вигляді стисненого газу його об'єм приблизно в 10...15 разів (залежно від тиску) перевищує об'єм такої ж кількості енергії у мазуті [9]. Світове виробництво водню становить понад 50 млн т/рік. Його можна виробляти шляхом риформінгу природного газу (наразі найпоширеніший метод, при уловлюванні утвореного вуглекислого газу можна досягти нульових викидів CO_2) або через електроліз води (при використанні відновлюваної електроенергії отримується «зелений» водень).

Хоча паливні елементи вважають ключовою технологією для використання водню, також розглядаються й інші варіанти, зокрема, газові турбіни або ДВЗ в автономній роботі або в системах, що включають і паливні елементи. Резервуари для зберігання зрідженого водню на судах будуть дорожче, ніж резервуари для СПГ, через нижчу температуру зберігання і вищу якість ізоляції. Витрати на інше обладнання (труби, вентиляцію, теплообмінники, насоси) будуть порівняними із системами СПГ [9].

Біопаливо отримують з первинної біомаси або її залишків, які перетворюють на рідке або газоподібне пальне. Існує велика різноманітність процесів для виробництва традиційного (першого покоління) і вдосконаленого (другого та третього покоління)

біопалива, що включає різні види сировини (олії, цукро-/крохмалевмісна біомаса, лігноцелюлозна біомаса, деревна маса, водорості та ін.) та різні технології конверсії.

З олійної сировини виробляють три основних види біопалива: пряма (тобто необроблена) рослинна олія (SVO – Straight Vegetable Oil), біодизель (FAME — Fatty Acid Methyl Esters) та відновлюване дизельне пальне (HVO — Hydrotreated Vegetable Oil), що використовуються як заміник дизельного пального або як компонент сумішевого пального. Технології виробництва SVO, FAME та HVO відпрацьовані та комерційно доступні. Дослідження показали, що SVO може бути застосована для заміни мазуту у двигунах з низькою частотою обертання, проте тривале використання SVO призводить до надмірного зносу деталей двигуна. Більш широко застосовується переробка олій у процесі естерифікації у метилові естери жирних кислот (FAME), які ще називають біодизелем. Окрім SVO, FAME також можна виробляти з використаної харчової олії та тваринних жирів. Біодизель має меншу в'язкість, ніж олії, та характеризується хорошими змащувальними властивостями. FAME більше підходить для використання в суднових двигунах і може використовуватись для заміни MDO або MGO. Завдяки швидкому біорозкладанню, розливи біодизелю не спричинятимуть проблем для довкілля. Теоретично можливо використовувати суднові дизельні двигуни на 100% біодизельному пальному, але це вимагає певних налаштувань двигуна та його сертифікацію, тому частіше FAME використовується у сумішевих паливах [9]. Хоча біодизель являє технічно можливу заміну для MDO та MGO, доступність олійної сировини та питання її сталості створюють труднощі для забезпечення потреб морського транспорту у такому пальному.

Модернізація суднових двигунів для споживання нових видів пального потребує значних коштів. З іншої сторони, судовласники будуть готові переходити на нові палива, тільки якщо постачання пального гарантується протягом усього терміну служби їхнього судового двигуна. Таким чином, якби нові види палив могли бути функціонально еквівалентними вже існуючим, вони були б повністю сумісні з існуючою паливною інфраструктурою без необхідності значних інвестицій у модифікацію інфраструктури.

Для сумісності з існуючою нафтовою інфраструктурою тваринні жири і рослинні олії мають пройти етап гідрообробки для перетворення на безкисневе вуглеводневе біопальне. Такою альтернативою дизельному пальному, виготовленому з олійних культур, є гідроочищене HVO, в якому рослинні олії або тваринні жири проходять термохімічну обробку воднем. HVO можна використовувати як пряму заміну дизельному пальному, оскільки воно є більш стабільним, ніж FAME, завдяки низькому вмісту кисню. HVO пройшло випробування на суднових дизельних двигунах, воно сумісне з існуючою паливною інфраструктурою.

Біогаз, отриманий шляхом анаеробного бродіння, потенційно є сировиною для виробництва зрідженого біогазу. Єдиною технічною вимогою для цього є збагачення біогазу до біометану, зокрема, через видалення CO₂. У подальшому біогаз може бути зріджений за технологією зрідження природного газу.

Отже, найбільш перспективними біопаливами для суден є дизельне біопаливо та зріджений біогаз, який переважно складається з метану. Біодизель, HVO і пальне «біомаса в рідину» найбільш підходять для заміни MDO/MGO, зріджений біогаз – для заміни СПГ, пряма рослинна олія – для заміни мазуту. Підвищити зацікавленість судовласників щодо використання альтернативних палив можна, застосовуючи політику не батога, яку реалізує ІМО стосовно декарбонізації, а надання економічних стимулів: захід судна на традиційному пальному у порт обкладати високими портовими зборами (мається на увазі причальний, санітарний тощо) і запровадити нульову ставку портових зборів для суден, які працюють на альтернативних паливах. Крім того, формувати у суспільстві культуру щодо морського перевезення вантажів – надання споживачами переваг тим судноплавним компаніям, які реалізують заходи щодо скорочення шкідливих викидів вуглецю, SO_x, NO_x, твердих часток, а не пропонує менші тарифні ставки, забруднюючи довкілля.

Застосування альтернативних видів пального матиме відмінності при перевезенні

вантажів на короткі відстані та у разі глибоководного судноплавства. У першому випадку судна зазвичай працюють в обмежених географічних зонах на відносно коротких маршрутах із частими заходами в порти. Через порівняно низьку потребу в енергії, ці судна можуть бути потенційними кандидатами для застосування нових видів пального, що характеризується високими витратами на енергоконверсію або зберігання.

Глибоководне судноплавство включає великі океанські судна, які здійснюють тривалі переходи, часто без регулярного розкладу. Вони потребують використання пального, яке має бути доступним у світі. Енергоносії, який рухає судно, повинен мати достатньо високу щільність енергії, щоб максимізувати використання вантажного простору. Для таких суден СПГ може бути життєздатним варіантом у разі, якщо відповідна інфраструктура бункерування стане доступною в усьому світі. Біопаливо, метанол і зріджений нафтовий газ також можуть стати в нагоді за умови, що вони будуть доступні у необхідних обсягах і відповідного рівня якості.

Висновки. При визначенні перспективних альтернативних палив для морського транспорту розглянуто наступні аспекти: рівень розвитку технології та її складність; сумісність з існуючими двигунами, паливною системою суден та інфраструктурою бункерування; наявність/доступність сировинної та ресурсної бази; об'ємний енерговміст, скорочення викидів парникових газів протягом життєвого циклу пального.

Отже, застосування альтернативних палив зменшить вуглецевий відбиток, підвищить економічну ефективність функціонування суден, що сприятиме впровадженню концепції сталого розвитку у морській галузі. За результатами порівняльного аналізу найбільш перспективними для морського транспорту вбачаються наступні альтернативні палива: біометан, який може використовуватись у стисненому або скрапленому вигляді; біодизель (FAME) та гідроочищена рослинна олія (HVO); скраплений природний газ, а також застосування електричних силових установок з акумуляторними батареями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ziemkowska-Owsiany D. Maritime transport will be covered by the emissions trading scheme from this year. Shipowners indicate the amount of additional fees they will charge. trans.info. URL: <https://trans.info/ua/mors-kyu-transport-pidpadaye-pid-diyu-skhemu-torhivli-vykydany-z-ts-oho-roku-377757>
2. DNV Maritime forecast to 2050. Energy Transition Outlook 2021. marine tracker. URL: <https://seatracker.ru/viewtopic.php?t=47980>
3. DNV Statistics. afi.dnv.com : веб-сайт. URL: <https://afi.dnv.com/statistics/16486173-4f14-4cc5-b9f6-f2f4b4c47a15/Overview-Basic>
4. Studies on the feasibility and use of LNG as a fuel for shipping. imo.org. URL: <https://bit.ly/3BZFJo6>
5. Assessment of selected alternative fuels and technologies. dnv.com. URL: <https://www.dnv.com/publications/assessment-of-selected-alternative-fuels-and-technologies-rev-june-2019--116334/>
6. Innovation Outlook: Renewable Methanol. IRENA. URL: <https://bit.ly/3bLg3ka>
7. Cames M., Wissner N., Sutter J. Ammonia as a marine fuel. Risks and perspectives. OekoInstitut e.V., 2021. oeko.de. URL: <https://www.oeko.de/en/publications/ammonia-as-a-marine-fuel/>
8. Ammonia as a marine fuel. White paper, 2020. dnv.com. URL: <https://www.dnv.com/publications/ammonia-as-a-marine-fuel-191385/>
9. Progress towards biofuels for marine shipping. Status and identification of barriers for utilization of advanced biofuels in the marine sector. IEA Bioenergy: Task 39, 2021. ieabioenergy.com. URL: <https://bit.ly/3bKIoHx>

ЗАПОБІГАННЯ ВИКИДАМ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ПРИ ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЯХ В ПОРТУ ТА З СУДЕН У ВІДКРИТОМУ МОРІ

Єрмаков Д. Д.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.е.н., доц., Стовба Т.А.*

Вступ. Морські перевезення забезпечують доставку майже 90% вантажів у світі. Відтак морський транспорт та порти відіграють ключову роль у міжнародній економіці. Проте їхня діяльність часто супроводжується негативним впливом на довкілля через викиди шкідливих речовин (нафтові розливи, хімічне забруднення, випадкові викиди під час перевантаження та інші екологічні ризики). Тому метою дослідження є узагальнення заходів щодо запобігання викидам шкідливих речовин при вантажній обробці суден в порту та під час їхнього переходу у відкритому морі задля забезпечення реалізації концепції сталого розвитку морської галузі.

Основна частина. Проаналізуємо вантажі, які спричиняють забруднення довкілля. Перевезення нафтопродуктів є одним із найбільш небезпечних для екології вантажів. Витоки під час завантаження, транспортування або інцидентів можуть призводити до значних нафтових розливів, що мають руйнівний вплив на морське середовище. Транспортування хімічних вантажів пов'язане з ризиком витоку токсичних або агресивних речовин. Небезпечні хімікати можуть потрапляти у воду через пошкодження контейнерів або порушення правил перевезення вантажів. Доставка руд, цементу, зерна та інших сипких матеріалів може призводити до забруднення довкілля, якщо вантаж розсипається або потрапляє у воду. Неправильне транспортування контейнерів із небезпечними вантажами, відходами може спричинити потрапляння небезпечних речовин до довкілля, зокрема, пластмаси та токсичних відходів. Перевезення радіоактивних вантажів потребує особливих заходів безпеки, оскільки у разі їхнього витоку може виникнути серйозне забруднення, що негативно впливає на довкілля та здоров'я людей.

Основними причинами забруднення довкілля є: порушення технологічних стандартів і норм безпеки під час виконання вантажних операцій; аварії, що стаються під час завантаження, транспортування або розвантаження вантажів; недостатній екологічний контроль та нагляд за вантажними операціями також призводять до потрапляння небезпечних речовин у довкілля та ін.

Міжнародна конвенція щодо запобігання забрудненню з суден встановлює суворі норми для зменшення викидів шкідливих речовин. На міжнародному рівні питання щодо запобігання забрудненню з суден вперше розглянуто у 1926 р. у Вашингтоні на конференції представників 13 держав. США на цій конференції запропонували запровадити повну заборону скидів нафти з морських суден та військових кораблів. Прийнято рішення встановити систему прибережних зон, в яких заборонялося б скидання нафтової суміші з вмістом нафти понад 0,05%. Встановлення ширини зон залежало від міркувань держав, але вона мала перевищувати 50 миль. Держава прапора вимагала дотримання суднами встановлених заборонених зон. Рада Ліги Націй у 1936 р. ухвалила рішення про скликання міжнародної конференції для розгляду проєкту, але подальші події у світі унеможливили таку подію [1]. Після Другої Світової війни питання знову було порушено в ООН, бо багато держав наголошували на необхідності вжити заходи щодо запобігання забрудненню на міжнародному рівні. У 1954 р. скликано Міжнародну конференцію, на якій було прийнято Міжнародну Конвенцію щодо запобігання забрудненню моря нафтою ОЙЛПОЛ-54, яка набула чинності 26 липня 1958 р. Конвенція щодо запобігання забрудненню моря нафтою ОЙЛПОЛ-1954 р. передбачала вирішити проблему двома шляхами:

- 1) встановленням «заборонених зон» протяжністю 50 миль від берега, в яких заборонялось скидання нафти та нафтової суміші в пропорції 100 і більше частин нафти на 1 млн. частин суміші;
- 2) облаштуванням споруд, здатних прийняти від суден, що використовують цей

порт, які не є танкерами, нафтозалишків, які залишаються на судні від забрудненої нафтою баластної або промивної води з танків за умови, що така вода пройшла процес сепарації за допомогою нафтосепараторів, відстійного танка [1].

До Конвенції вносились поправки та доповнення. Так, поправки 1962 р. збільшили розмір заборонених зон до 100 та 150 миль, а також включили до сфери дії Конвенції танкери валовою місткістю понад 150 т (раніше дії поширювалися на танкери місткістю 500 т і більше). У 1969 р. Конвенцію доповнено поправками, що регламентували правила скидання баластових вод з танкера при виконанні наступних умов: загальна їх кількість у баластному рейсі не має перевищувати 1/15 000 повної вантажомісткості танкера; миттєва інтенсивність скидання має перевищувати 60 літрів на милю шляху; скидання не може здійснюватися ближче, ніж за 50 миль від берега. Однак, міжнародна угода щодо запобігання забрудненню моря нафтою в умовах перевезень нафти мала низьку ефективність. Тому у 1973 р. Міжнародна морська організація (ІМО) прийняла Міжнародну конвенцію щодо попередження забруднення з суден (МАРПОЛ-73). До 1978 року учасниками МАРПОЛ-73 стали лише три держави. На той час внаслідок інцидентів на танкерах були сформульовані нові вимоги, які необхідно було включити до МАРПОЛ-73.

У лютому 1978 р. відбулася Міжнародна конференція з безпеки танкерів та запобігання забрудненню моря, в якій взяли участь 62 держави. В результаті 17 лютого було прийнято два протоколи, одним з яких був протокол 1978 р. до Міжнародної конвенції щодо запобігання забрудненню з суден 1973 р. [2]. Протокол МАРПОЛ-78 став стосовно МАРПОЛ-73 абсолютно самостійним документом і включав усі положення МАРПОЛ-73 (ст. I Протоколу). Протокол 1978 р. набрав чинності 2 жовтня 1983 р., його учасниками нині є понад 90 держав, валовий тоннаж суден яких становить 90% валового тоннажу світового торгового флоту. Конвенція 1973 р., змінена Протоколом 1978 р., на разі відома як Міжнародна Конвенція щодо запобігання забрудненню довкілля з суден (МАРПОЛ-73/78). Конвенція щодо запобігання забрудненню з суден (МАРПОЛ 73/78) складається з основного документа та протоколів, які встановлюють загальні зобов'язання учасників щодо запобігання забрудненню моря конкретними речовинами, зокрема нафтою, сміттям, а також щодо обмеження забруднення атмосферного повітря суднами. Крім того, різні країни впроваджують додаткові правила, спрямовані на посилення екологічного контролю.

Для речовин, віднесених до категорії, які є стійкими плаваючими речовинами із в'язкістю, що дорівнює або перевищує 50 мПа·с при 20°C та/або з температурою плавлення, яка дорівнює або перевищує 0°C має бути застосована процедура попереднього промивання. Суміш залишків/води, що утворюється під час попереднього промивання, має бути скинута до приймального пункту в порту вивантаження, доки танк не спорожніє; будь-яка вода, яка згодом надійшла в танк, може бути скинута в море відповідно до стандартів скидання. Води Північно-Західної Європи, де заборонене скидання шкідливих речовин, включають Північне море та підходи до нього, Ірландське море та підходи до нього, Кельтське море, Ла-Манш та підходи до нього та частину північно-східної Атлантики безпосередньо на захід від Ірландії [3].

Зменшенню викидів шкідливих речовин сприятимуть впровадження інновацій у морській галузі. Зокрема, екологічно чисті судна, які використовуватимуть альтернативні види пального (метанол, біометан, біодизель, гідроочищену рослинну олію, а також акумуляторні батареї для електричних силових установок тощо) зменшуватимуть рівень забруднення повітря та води. Автоматизовані системи моніторингу дозволять контролювати рівень забруднення та оперативно реагувати на можливі загрози. Системи утилізації відходів надають можливість безпечно знешкоджувати нафтові залишки, хімічні відходи та інші шкідливі речовини. Новітні методи очищення води (зокрема, застосування мембранних фільтрів та біологічних систем очищення [4]) дозволяють зменшити викиди забруднюючих речовин у воду. У пригоді може стати досвід європейських морських портів

стосовно впровадження екологічно безпечних технологій — системи збору викидів з суден, замкнені цикли переробки води тощо. Корисними для використання можуть бути американські ініціативи щодо створення спеціальних програм, які стимулюють судноплавні компанії використовувати екологічно чисті технології. Заслугує на увагу підхід Китаю та Південної Кореї, які активно впроваджують автоматизовані системи контролю та штрафні санкції за порушення екологічних норм.

Новітні наукові дослідження спрямовані на створення безпечних технологій транспортування небезпечних вантажів. Забруднення водних ресурсів шкідливими речовинами може мати катастрофічні наслідки для морських екосистем. Нафтові розливи призводять до загибелі морських птахів, риб та інших організмів через токсичну дію та блокування кисню у воді. Токсичні речовини — важкі метали, хімічні сполуки тощо — можуть накопичуватися в морських організмах і через харчові ланцюги потрапляти до людини, викликаючи серйозні захворювання. Викиди шкідливих речовин у воду та повітря можуть спричиняти захворювання дихальної та серцево-судинної систем у людей, які мешкають поблизу портових зон або працюють у сфері морських перевезень [5].

Нафтові розливи та хімічні викиди вимагають значних фінансових ресурсів на їх усунення та відновлення екосистеми. Екологічні катастрофи можуть спричиняти падіння туристичної привабливості прибережних регіонів, що призводить до втрати доходів місцевих громад. Розвиток технологій очищення води, біофільтрації та переробки шкідливих відходів сприятиме зниженню негативного впливу на довкілля [6]. Розширення міжнародних угод щодо контролю за перевезенням небезпечних вантажів сприятиме зменшенню кількості екологічних катастроф. Навчання персоналу портів, судноплавних компаній та громадськості сприятиме зниженню ризиків забруднення та більш відповідальному ставленню до охорони довкілля.

Висновки. Забруднення, які відбуваються під час вантажних операцій в портах, так і впродовж переходу, мають значні екологічні, економічні та соціальні наслідки, що не відповідає цілям сталого розвитку. Для запобігання шкідливим викидам необхідно реалізувати комплекс заходів, що включають міжнародне регулювання, впровадження новітніх технологій та підвищення екологічної обізнаності всіх учасників процесу морських перевезень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міжнародна конвенція щодо запобігання забрудненню з суден. Вікіпедія: вільна енциклопедія. URL: <https://surl.li/ropiww>
2. Іванова А.В. Міжнародна конвенція щодо запобігання забруднень з суден 1973/78 як основа міжнародного забезпечення захисту морського середовища. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: юридичні науки. 2020. Т. 31 (70). Ч. 3 №2. С. 170–176. DOI <https://doi.org/10.32838/2707-0581/2020.2-3/28>.
3. Special Areas under MARPOL. URL: <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/sewage-default.aspx>
4. Технології обробки та очищення стічних вод на судах: досвід та інновації. portsinfo.ru. URL: <https://portsinfo.ru/ports-news/ekologiya/170834-wastewater-treatment-ships-innovations-environmental-protection>
5. Belobrov E. P., Zambriborshch M. S., Sidorenko S. G., Zukow W. Influence of dust transferred into ports of dangerous cargos for bulk sanitary-ecological condition of soils port urban Black Sea. Journal of Education, Health and Sport. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.62038>. https://drive.google.com/file/d/1m5R_cGr-4Do-h4g1qmlGXOaBKlPZrupH/view
6. Методи та способи очищення води. Мембранні методи очищення води. Інтех ГмбХ : веб-сайт. URL: https://oil-filters.ru/water_cleaning_methods/

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ ПЛАНЕТИ ВІД ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ ВИПУСКНИХ ГАЗІВ З СУЧАСНИХ СУДЕН ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Кардівара Ю.С.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: ст. в. Дзигар А. К.

Вступ. Конференція Організації Об'єднаних Націй зі зміни клімату, яка відбулася в Копенгагені у 2009 році, визнала, що однією з найбільших проблем, з якими стикається світ сьогодні, є зміна клімату, і що слід вжити заходів для утримання підвищення глобальної температури нижче 2 °С.

Термін «парникові гази» стосується атмосферних газів, незалежно від того, чи є вони природними чи штучними, які поглинають та повторно випромінюють інфрачервоне випромінювання в атмосферу та на поверхню Землі, що призводить до парникового ефекту. Вуглекислий газ CO₂ (79,7%), метан CH₄ (4%), закис азоту N₂O (6,1%) та фторовані гази (3,1%), такі як гідрофторвуглеці (ГФВ), перфторвуглеці (ПФВ), гексафторид сірки (SF₆) та три фторид азоту (HF₃), є основними парниковими газами.

Судноплавство є одним із видів транспорту з найнижчими викидами вуглекислого газу (CO₂) на відстань та вагу, що перевозиться. Незважаючи на це, забруднення, що виникає внаслідок морського судноплавства, має глибокі наслідки для якості повітря та води. Зменшення викидів парникових газів та забруднення повітря, і ще питання екологічної безпеки у морській галузі є одним з найважливіших аспектів сучасного судноплавства. З кожним роком збільшується кількість суден, обсяги перевезень і, відповідно, ризики негативного впливу на навколишнє середовище.

Міжнародна морська організація (ІМО), використовуючи діючу конвенцію MARPOL 73/78, розробила та затвердила міжнародні документи для мінімізації цього впливу (1, 2).

Основна частина (1, 2). Міжнародна морська організація (ІМО) активно працює над скороченням викидів парникових газів (GHG) з суден, підтримуючи Ціль сталого розвитку ООН 13 щодо боротьби зі зміною клімату та Паризьку угоду, у 2023 році прийняла Стратегію ІМО 2023, базуючись на Початковій стратегії GHG 2018 та перших обов'язкових заходах з енергоефективності для суден, запроваджених у 2011 році. Для підтримки впровадження ІМО проводить програми з розбудови потенціалу та глобальні проекти. Стратегія ІМО щодо парникових газів була переглянута в липні 2023 року, і нова стратегія передбачає, що технології, паливо та джерела енергії з нульовим або надзвичайно низьким рівнем викидів парникових газів становлять щонайменше 5%, а в ідеалі 10%, енергії, що використовується в міжнародному судноплавстві до 2030 року.

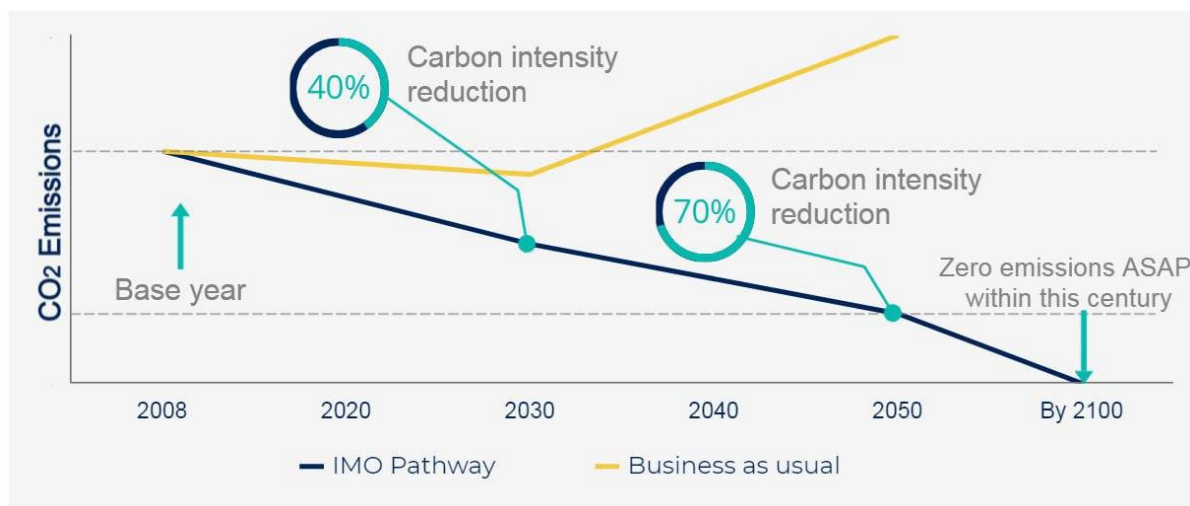


Рисунок 1 — Графік шляху ІМО для скорочення викидів CO₂ [1]

Стратегія була прийнята державами-членами ІМО під час сесії Комітету з охорони морського середовища (МЕРС 80), оновлюючи Початкову стратегію з посиленими цілями для боротьби зі шкідливими викидами. Співвідношення викидів CO₂ до транспортної роботи використовується для розрахунку енергоефективності судна, яка вимірюється використовуючи індекс енергоефективності проектування (EEDI).

Для оцінки ефективного використання палива на судні використовується вантажопідйомність судна, помножена на його еталонну швидкість при заданій осадці. Залежно від типу судна та відсоткового коефіцієнта зниження для різних етапів впровадження, досягнутий індекс порівнюється з еталоном. Технічну модернізацію та оснащення існуючих суден за допомогою Індексу енергоефективності існуючих суден (EEXI) та експлуатаційні заходи за допомогою щорічного експлуатаційного показника вуглецевої інтенсивності (CII) та рейтингу були введені в Резолюції МЕРС 328(76), яка також переглянула Додаток VI до MARPOL.

Рівні продуктивності варіюються від значно вищих (А) до нижчих (Е), з оцінками А, В, С, D або Е [2, 3].

Однією з цілей індексу є здатність судовласника контролювати ефективність судна в кожному рейсі та, використовуючи дані, створювати найкращий план технічного обслуговування та вдосконалення судна, виявляючи проблеми та прогнозуючи технічне обслуговування до виникнення суттєвих проблем.

$$CII = \frac{\text{Annual fuel consumption} \cdot \text{CO}_2 \text{ factor}}{\text{Annual distance travelled} \cdot \text{Capacity (DWT or GT)}} \cdot \text{Correction factors}$$

Рисунок 2 — формула для вирахування щорічного експлуатаційного показника вуглецевої інтенсивності (CII) [2, 3]

Стратегія встановлює рамки для держав-членів, визначаючи майбутнє міжнародного судноплавства з чіткими цілями та діями для декарбонізації. Досягнення нульових викидів GHG до або близько 2050 року, де індикативні контрольні точки включають скорочення викидів на щонайменше 20%, прагнучі до 30% до 2030 року, та на щонайменше 70%, — до 80% до 2040 року порівняно з 2008 роком. Покращення інтенсивності вуглецю передбачає скорочення інтенсивності CO₂ у міжнародному судноплавстві в середньому на щонайменше 40% до 2030 року, альтернативні нульові або майже нульові GHG палива мають становити щонайменше 5%, прагнучі до 10% енергії, споживаної міжнародним судноплавством до 2030 року. Для підтримки цілей стратегія наголошує на розбудові потенціалу, технічній співпраці та дослідженнях і розробках, перегляд стратегії заплановано на осінь 2028 року.

Стратегія окреслює набір середньострокових заходів для скорочення викидів GHG від міжнародного судноплавства, включаючи технічний елемент у вигляді стандарту морського палива на основі цілей та економічний елемент на основі механізму ціноутворення на викиди GHG у морському секторі. У квітні 2025 року МЕРС 83 завершив розробку проекту юридичного тексту відомий як Рамка ІМО нульових викидів, що складається з поправок до Додатка VI Конвенції MARPOL, схвалених МЕРС 83 для розповсюдження серед держав-членів з метою прийняття на надзвичайній сесії МЕРС (МЕРС/ES.2). У жовтні 2025 року, однак сесія була відкладена через голосування, ініційоване Саудівською Аравією за підтримки США, росії та інших, з результатом 57 за, 49 проти та 21 утрималися.

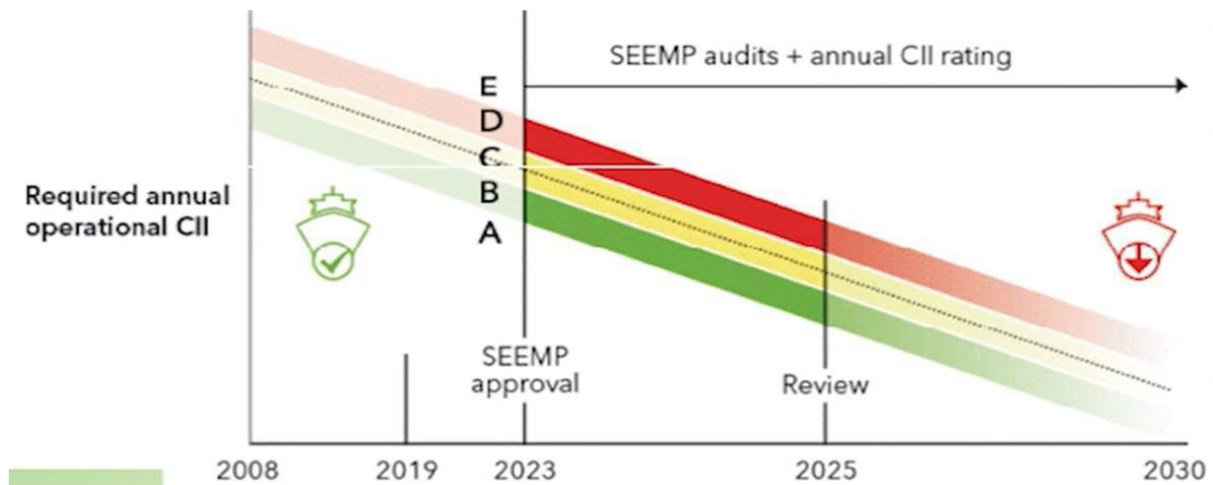


Рисунок 3 — Графік необхідного щорічного операційного СІІ з рівнями А-Е [2, 3]

Міжсесійна робоча група з скорочення викидів з суден (ISWG-GHG 20) продовжила розробку керівних принципів для впровадження Рамки, включаючи сертифікацію палива, розрахунки інтенсивності GHG палива (GFI), реєстр IMO GFI, рамку оцінки життєвого циклу (LCA) для оцінки викидів від виробництва до використання (Well-to-Wake) для МЕРС 84 у квітні 2026 року.

Середньострокові заходи сприяють енергетичному переходу судноплавства, надаючи світовому флоту стимули та сприяючи рівним умовам, комплексна оцінка впливу проводилася протягом 2023/2024 років, фокусуючись на потенційних впливах на світовий флот та держави, особливо найменш розвинені країни та малі острівні держави. короткостроковий захід ІМО щодо скорочення викидів GHG (EEXI, рейтинг СІІ) набрав чинності 1 січня 2023 року. Хронологія прийняття механізмів ціноутворення включала весну 2025 року для схвалення середньострокових заходів на МЕРС 83, осінь 2025 року для прийняття на надзвичайній сесії МЕРС, але через відкладення набрання чинності відкладено до 2027 року (3, 4).

Висновки. Отже, наприкінці 2025 року завершиться моніторинг EEXI та СІІ, що надасть змогу зібрати важливі дані за 2023-2025 роки й підготуватися до їхнього перегляду в 2026 році. Хоча відкладення прийняття Рамки ІМО нульових викидів через розбіжності на сесії МЕРС/ES.2 у жовтні 2025 року трохи ускладнило ситуацію, це також стало шансом для кращого узгодження позицій і вдосконалення плану. Стратегія ІМО 2023 і надалі залишається головною дороговказною зіркою на шляху до нульових викидів до 2050 року, і успіх залежить від спільних зусиль, інновацій та міжнародної співпраці [3, 4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. IMO. Cutting GHG Emissions from Shipping, 10 Years of Mandatory Rules. URL : <https://imo-newsroom.prgloo.com/news/cutting-ghg-emission-from-shipping-10-years-of-mandatory-rules>.
2. IMO's work to cut GHG emissions from ships. URL : <https://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/cutting-ghg-emissions.aspx>.
3. EEXI and CII — ship carbon intensity and rating system. <https://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/eexi-cii-faq.aspx>.
4. Скорочення Викидів у Судноплавстві: Декарбонізація Логістики. <https://www.searates.com/ua/blog/post/skorochennya-vikidv-u-sudnoplavstv-dekarbonizatsiya-logstiki>.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МОРСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Левашова Д. Д.

*Одеський національний морський університет
Науковий керівник: к.е.н., доц. Михайлова Ю. В.*

Вступ. У сучасному світі пасажирські перевезення, особливо морські, є невід'ємною складовою глобальної мобільності. Вони забезпечують економічний розвиток через міжнародну торгівлю та логістику, стимулюють туризм як засіб культурного обміну та зміцнюють соціальні зв'язки, дозволяючи людям долати відстані для зустрічей і подорожей. Морський транспорт відіграє ключову роль у перевезенні пасажирів по водних шляхах, з'єднуючи континенти та регіони, де наземні маршрути недоступні. Ця галузь не лише полегшує повсякденне пересування, але й сприяє інтеграції глобальної економіки, роблячи світ ближчим і доступнішим. Однак така активність морських пасажирських перевезень несе значний негативний вплив на довкілля. Основні проблеми проявляються у формі викидів шуму, забруднення морського та повітряного середовищ, а також деградації біорізноманіття. Такі аспекти підкреслюють необхідність балансу між користю перевезень і збереженням природи. Тому у відповідь на ці виклики морська галузь активно звертається до принципів екологічно чистого судноплавства, впроваджуючи зелену революцію в морському секторі пасажирських перевезень. Це включає перехід на альтернативні джерела енергії, вдосконалення технологій для зменшення шуму та забруднення, а також створення зон захисту для біорізноманіття. Екологічно відповідальна логістика трансформує морську галузь пасажирських перевезень, роблячи її більш стійкою: від оптимізації маршрутів до використання екологічних матеріалів і практик. Ця ініціатива спрямована на поступове скорочення викидів і досягнення сталого розвитку, де транспорт не шкодить, а гармонійно співіснує з довкіллям. [1, с.3]

Основна частина. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), шум від транспорту, включаючи морські судна, визнано серйозною загрозою для громадського здоров'я, спричиняючи порушення сну, стрес, серцево-судинні захворювання та психічні розлади та інші. Станом на 2023 рік, вживаючи заходи Міжнародної морської організації (ІМО), стосовно програми нульових викидів, викиди парникових газів (ПГ) та забруднюючих речовин від судноплавства становили близько 2,3% глобальних антропогенних викидів діоксиду вуглецю (CO₂), що еквівалентно 911 млн тон, тоді як в 2019 році, викиди парникових газів та забруднюючих речовин становили близько 2,9% глобальних антропогенних викидів діоксиду вуглецю (CO₂), що еквівалентно 1076 млн тон.

Цей вплив не обмежується локальними чинниками: шумові викиди дезорієнтують морських ссавців, порушуючи їхню комунікацію та міграцію, тоді як забруднення води токсичними відходами та твердими частинками руйнує екосистеми коралових рифів і прибережних зон, призводячи до втрати біорізноманіття. У контексті Паризької угоди та цілей сталого розвитку ООН, оцінка екологічної ефективності пасажирських перевезень повинна враховувати не лише прямі витрати на паливо, але й зовнішні – на запобігання та усунення шкоди, такі як медичні витрати від шумового забруднення чи рекультивація забруднених акваторій. [2, с.3]

Екологічний вплив морських пасажирських перевезень, є багатограним і посилюється через їх інтенсивність: щорічно мільйони пасажирів на лайнерах і поромках генерують значні обсяги відходів, викидів та шуму. Шум від двигунів суден, що поширюється підводними хвилями на кілометри, перешкоджає акустичній комунікації китів, дельфінів та інших морських ссавців, порушуючи їхні природні цикли розмноження та харчування. За оцінками ІМО, віброакустичні ефекти від судноплавства сприяють дезорієнтації мігруючих популяцій, що призводить до зростання рівня стресу та смертності. На суші шум від портової діяльності та прибережних маршрутів впливає на

птахів і наземних тварин, порушуючи біологічні процеси, такі як полювання чи гніздування. ВООЗ фіксує, що через транспортний шум мільйони європейців втрачають повноцінне здоров'я, тому підкреслює необхідність інтеграції шумоізоляційних технологій у дизайн пасажирських суден. [3, с.3]

Забруднення повітряного середовища є ще одним критичним аспектом. Оскільки, моторизовані судна, залежні від викопного палива, вони викидають діоксид вуглецю (CO₂), оксид азоту (NO_x), сірководень (SO_x) та дрібні частинки (PM_{2.5}), що погіршують якість повітря в портових містах і сприяють кислотним дощам. У 2023 році морський транспорт ЄС генерував понад 126,7 млн тонн CO₂, що становить 3-4% загальних викидів в навколишнє середовище. Ці речовини не лише прискорюють зміну клімату, але й впливають на біорізноманіття: забруднення призводить до евтрофікації прибережних вод, спричиняючи «мертві зони» з дефіцитом кисню, де гинуть риби та безхребетні. Глобально, судноплавство, якби було окремою країною, входило б до топ-10 викидників CO₂, з 70% емісій на тонно-кілометр порівняно з іншими видами транспорту.

Забруднення ж морського середовища посилює ці проблеми через скиди баластних вод, твердих відходів та антифулінгових(протиобрастаючих) покриттів, що містять токсини. Пасажирські лайнери щодня викидають тисячі тонн стічних вод, забруднених патогенами та нутрієнтами, що руйнує коралові екосистеми та прибережні мангрові ліси – ключові резервуари біорізноманіття. За даними ІМО, це призводить до втрати до 20% морських видів у забруднених зонах, порушуючи харчові ланцюги та екосистемні послуги, такі як регуляція клімату чи очищення води. Вплив на біорізноманіття є кумулятивним: комбінація шуму, хімічного забруднення та потепління океанів (спричиненого ПГ) загрожує 25% морських екосистем, за оцінками Міжурядової науково-консультативної групи зі зміни клімату (IPCC).

Для протидії цим викликам впроваджуються регуляторні інструменти. Була створена та погоджена стратегія ІМО 2023 року, яка передбачає нульові викиди до 2050 року, з проміжними цілями: 5-10% використання нульових технологій до 2030 року, враховуючи життєвий цикл палива (“від свердловини до пробудження”). Але 20 жовтня 2025 року відбулися повторні переговори в Міжнародній морській організації щодо Рамкової програми нульових викидів та вони провалилися без досягнення згоди, що залишило світову судноплавну галузь ще на один рік у невизначеності щодо того, як регулюватиметься її декарбонізація. Таким чином, це відтермінування ускладнює терміни виконання стратегії щодо скорочення парникових газів, узгодженої в 2023 році. Глобальний морський форум зазначив, що перенесення засідання на цілий рік є серйозним кроком назад. [4, с.3]

У ЄС пакет «Fit for 55» включає регламент FuelEU Maritime, що встановлює градацію скорочень інтенсивності парникових газів(ПГ): від 2% у 2025 до 80% у 2050 році, з обов'язковим береговим електропостачанням (OPS) для пасажирських суден у портах з 2030 року. Fuel EU Maritime застосовує цілеспрямований та технологічно нейтральний підхід, що дозволяє впроваджувати інновації та розробляти нові паливні технології для задоволення майбутніх потреб, а також надає операторам свободу вирішувати, які з них використовувати, виходячи з профілів, специфічних для конкретного судна або експлуатації. Регламент також передбачає механізм добровільного об'єднання. Згідно з цією схемою, суднам дозволяється об'єднувати свій баланс відповідності з одним або кількома іншими суднами. Сфера застосування Регламенту ЄС про морське паливо охоплює судна валовою місткістю понад 5000 тонн, що заходять у порти ЄС, незалежно від прапора. Раз на рік компанії повинні подавати звіт про викиди для кожного судна, що знаходиться під їхньою відповідальністю, а також звіт про викиди на рівні компанії (що агрегує дані, що мають бути повідомлені для цілей ETS). Усі звіти про викиди на рівні суден та компаній повинні бути перевірені акредитованим верифікатором до 31 березня наступного року (або до 28 лютого, якщо цього вимагає відповідальний адмініструючий орган). Інтеграція з EU ETS стимулює торгівлю квотами

на викиди, тоді як Директива RED підвищує частку відновлюваних джерел до 40% до 2030 року. Ці заходи технологічно нейтральні, заохочуючи біопаливо, сонячні панелі та оптимізовані маршрути, що зменшують викиди на 20-30% за рахунок енергоефективності. [5;6 с.3]

Висновки. Підсумовуючи, можна сказати, що екологічні аспекти пасажирських перевезень, зосереджені на викидах шуму, забрудненні морського та повітряного середовища та інших також важливих аспектах, демонструють критичну потребу в трансформації транспортних систем для збереження біорізноманіття та здоров'я суспільства. Аналіз показав, що поточні викиди не лише загрожують екосистемам – від дезорієнтації морських ссавців до деградації коралових рифів – але й підривають цілі Паризької угоди. Водночас, ініціативи ІМО та ЄС, такі як FuelEU Maritime та EU ETS, пропонують ефективний інструментарій: градаційні скорочення ПГ, стимулювання чистих палив та OPS, що поєднують енергоефективність з інноваціями. Для досягнення сталості рекомендується: посилення моніторингу шуму та викидів через цифрові платформи; інвестиції в біопаливо та гібридні технології для пасажирських флотів; інтеграцію екологічних критеріїв у галузеву політику, включаючи податки на викопне паливо. Ці кроки не лише мінімізують зовнішні витрати, але й підвищують комфорт пасажирів, сприяючи переходу до низьковуглецевої мобільності. У перспективі, до 2050 року, реалізація цих стратегій дозволить досягти нульових викидів, відновити біорізноманіття та забезпечити стале майбутнє для глобальних пасажирських перевезень. Подальші дослідження повинні фокусуватися на моделюванні кумулятивних ефектів, аби оптимізувати політику на рівні країн світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Impact of sustainable logistics strategies on the environment. URL : <https://www.lotus-containers.com/en/impact-of-sustainable-logistics-on-environment/#:~:text=It%20causes%20air%2C%20noise%20and,transport%20via%20roadways%20and%20air>
2. EU: 2024 Maritime Emissions Reporting and Fees. URL : <https://www.greenworldwide.com/eu-2024-maritime-emissions-reporting-and-fees/>
3. Impacts of environmental noise on biodiversity (Signal). URL : <https://www.eea.europa.eu/en/european-zero-pollution-dashboards/indicators/impacts-of-environmental-noise-on-biodiversity-signal-1#:~:text=Noise%20pollution%20can%20cause%20animals,et%20al.%2C%202023>
4. ІМО не змогла узгодити рамкову програму нульових викидів. URL : https://cfts.org.ua/news/2025/10/18/imo_ne_zmogla_uzgoditi_ramkovu_programu_nulovikh_vikidiv_84651
5. Fuel EU Maritime Regulation. URL : <https://emsa.europa.eu/reducing-emissions/fuel-eu-maritime-regulation.html>
6. FuelEU Maritime: Transforming Shipping to Achieve Decarbonization. URL : <https://geodis.com/blog/sustainable-logistics-and-decarbonation/fueleu-maritime-transforming-shipping-achieve>

ADVANCED TECHNOLOGY TO REDUCE SHIPPING EMISSIONS AND ENVIRONMENTAL IMPACT

Maslyanenko Danylo

*Separate Structural Subdivision «Maritime Applied College of
Kherson State Maritime Academy»*

Scientific supervisor: Candidate of Technical Sciences, Lecturer V. Holovanova

Introduction. The international shipping industry, which serves as the backbone of global commerce, is simultaneously a significant and growing source of greenhouse gas (GHG) and various exhaust gas pollutants. In the global effort to combat climate change, the maritime sector is under increasingly intense pressure to decarbonize its operations [4]. Ship exhaust emissions discharge substantial amounts of carbon dioxide (CO₂), sulfur oxides (SO_x), nitrogen oxides (NO_x), and aerosols – including particulate matter (PM) and heavy metals – into the atmosphere and surface ocean. The environmental impacts are far-reaching, affecting both marine ecosystems and human health [3]. To align with a sustainable future, the industry is mandated by regulations from bodies such as the International Maritime Organization (IMO) and the European Union (EU) to implement stricter emission standards. These mandates are driving the exploration and deployment of a diverse range of GHG emission reduction measures, including both immediate-impact energy efficiency technologies and transformative alternative fuels. For example, the EU's Regulation 2015/757 requires the monitoring, reporting, and verification of CO₂ emissions from maritime transport, with a goal to limit on-board greenhouse gases by up to 6% in 2030 compared with 2020 levels. Similarly, the IMO's Data Collection System requires ships larger than 5,000 gross tonnage (GT) to report and record their fuel oil consumption. These regulatory actions are crucial initial steps in the industry's strategy for decarbonization [2]. This work examines the advanced technologies and comprehensive strategies currently being deployed or developed to achieve a drastic reduction in shipping emissions and minimize the overall environmental footprint of the maritime sector.

Main information. Reducing emissions in the maritime sector involves a combination of optimizing vessel operations, enhancing engine efficiency, transitioning to alternative fuels, and implementing exhaust gas cleaning systems. One of the most immediate and cost-effective strategies is operational and engine optimization, which has been shown in studies involving Ro-Pax vessels to significantly reduce fuel oil consumption per voyage through improved voyage planning and engine operation [2, 4]. Accurate measurement of emissions using advanced sensors and on-board equipment under real operational conditions is crucial for data-driven modeling and further optimization [2]. Alongside efficiency improvements, technology addresses localized air quality and crew health hazards. On industrial fishing vessels, for example, CO and CO₂ can accumulate in living and working areas, posing health risks. The «Wet» exhaust system mitigates these risks by injecting water into the exhaust process, diluting harmful gases and generally reducing average emissions, though it may result in higher peak levels under certain conditions [1]. Long-term decarbonization relies on transitioning to alternative fuels, whose selection involves balancing environmental benefit with economic feasibility. The Marginal Abatement Cost (MAC) methodology provides a systematic approach to evaluate different measures and fuels, considering both Tank-to-Wake (TTW) and Well-to-Wake (WTW) emissions. Key findings show Bio-LNG can reduce GHG emissions by 77.7%, Bio-methanol by 85%, and Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) by 82.1%. Electrofuels such as E-methanol offer 95% abatement potential, while E-ammonia can achieve complete (100%) GHG reduction when produced with carbon-free energy, though mainly applicable to cargo ships. These alternative fuels often require substantial investment for vessel modification, and their economic viability is influenced by bunker fuel and carbon market prices. MAC analysis also indicates the carbon price needed to bridge the cost gap between conventional fuels and low-carbon alternatives, providing guidance for market-based policy measures [4]. Related insights from heavy-duty transportation highlight the importance of fuel selection in balancing

cost-effectiveness and emissions [5]. In addition to fuel strategies, exhaust gas cleaning systems (EGCS or scrubbers) offer immediate compliance with sulfur regulations under MARPOL Annex VI. Scrubbers remove SO₂ from exhaust gases using seawater or freshwater. Open-loop systems discharge treated seawater back into the sea, while closed-loop systems recirculate treated fresh water with minimal discharge. Scrubber operation introduces complex chemical compositions – including particulate matter, oily residues, and heavy metals – into the surface ocean, and managing the resulting sludge is essential to prevent environmental contamination. Improper open-loop discharge can release untreated wash water, underscoring the need for stringent enforcement and collaboration between scientists and regulators [3]. Energy Efficiency Measures (EEMs) are the most immediate and often cost-effective route to emission reduction [4]. These measures cut down on fuel consumption and, consequently, emissions, and fall into two main categories: Technical Measures and Operational Measures. Technical measures involve design modifications and equipment retrofits, such as installing Waste Heat Recovery (WHR) systems and Propeller Boss Cap with Fins (PBCF), or integrating wind-assisted propulsion using technologies like Flettner rotors. Operational measures focus on optimizing vessel performance through strategies like speed control and regular main engine tuning. Furthermore, accurate prediction of fuel and exhaust emission costs is essential for determining the long-term viability of EEMs [5].

Conclusion. The journey toward a truly sustainable maritime industry is an immense undertaking that demands the rapid deployment of advanced technologies and rigorous monitoring. The sector is leveraging both short-term, incremental gains and long-term, paradigm-shifting changes to meet escalating environmental mandates. Immediate emission and fuel cost reductions are being realized through operational efficiency improvements and engine optimization, often validated through real-world, on-board measurements. Furthermore, efforts to manage local air quality, demonstrated by the use of «Wet» exhaust systems to protect ship personnel from hazardous CO and CO₂ concentrations, emphasize the commitment to broader environmental and health outcomes. The most profound reduction in environmental impact, however, will be achieved through the widespread adoption of alternative and electro-fuels. While the cost-effectiveness model shows the high abatement potential of Bio-LNG, Bio-methanol, and E-methanol, the ultimate technological goal remains E-ammonia, which offers up to 100% GHG abatement potential. This transition will require overcoming significant financial hurdles, being sensitive to market forces, and the effective application of carbon pricing mechanisms. Concurrently, technologies like exhaust gas scrubbers provide a necessary bridge for current sulfur compliance but pose new challenges regarding the environmental impact of wash water discharge, necessitating stricter regulation and enforcement to protect the marine environment. Ultimately, the future of global shipping is inextricably linked to technological innovation. Achieving a fully sustainable transport sector, minimizing environmental damage, and maximizing cost-efficiency — a challenge shared by related heavy-duty transportation sectors — requires a sustained, collaborative effort from all stakeholders. The integrated application of these advanced technologies and strategies is the only viable path to ensure that global trade continues with minimal ecological footprint.

REFERENCES

1. Akar, Ö., & Demirci, A. Assessing the effects of exhaust emissions on air quality in fishing vessels from the Iskenderun Bay // *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2025. T. 1. P. 14965–14974.
2. Orović, J., Valčić, M., Knežević, V., & Pavin, Z. Comparison of the on Board Measured and Simulated Exhaust Gas Emissions on the Ro-Pax Vessels. *Atmosphere*, 2022. 13(4). p. 794.
3. Endres, S., Maes, F., Hopkins, F., Houghton, K., Mårtensson, E. M., Oeffner, J., Quack, B., Singh, P., & Turner, D. A New Perspective at the Ship-Air-Sea-Interface: The Environmental Impacts of Exhaust Gas Scrubber Discharge. *Frontiers in Marine Science*, 2018. V. 5.
4. Tu, H., Liu, Z., & Zhang, Y. Study on Cost-Effective Performance of Alternative Fuels

and Energy Efficiency Measures for Shipping Decarbonization. Journal of Marine Science and Engineering. 2024. 12(4), 743.

5. Vašalić, D., Ivković, I., Mladenović, D., Sekulić, D., Miličević, D., & Suljovrujić, E. Prediction of Fuel and Exhaust Emission Costs of Heavy-Duty Vehicles Intended for Gas Transportation. URL : <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/13/5407>

ВПЛИВ КРУЇЗНИХ ЛАЙНЕРІВ НА ЕКОЛОГІЮ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Сотник А. С.

Одеський Національний Морський Університет

Науковий керівник: к.е.н., доц. Михайлова Ю. В.

Вступ. Круїзна індустрія є однією з найдинамічніших галузей світового туризму, що щороку приваблює мільйони пасажирів завдяки комфорту, розвагам та можливості подорожувати морями й океанами. Водночас, за зовнішньою розкішшю та економічними прибутками криється значний екологічний слід. Сучасні круїзні лайнери — це справжні плаваючі міста, які споживають величезні обсяги енергії, води та палива, а також генерують тисячі тонн відходів. Викиди шкідливих речовин у повітря, скидання стічних вод у море, шумове забруднення та накопичення пластику становлять серйозну загрозу для морських екосистем і клімату планети. Саме тому дослідження екологічних наслідків діяльності круїзної галузі є надзвичайно актуальним у контексті глобальної боротьби за збереження довкілля та переходу до сталого розвитку.

1. Забруднення води

Агентство з охорони навколишнього середовища США оцінює, що круїзне судно на 3000 осіб генерує 176 400 галонів стічних вод на тиждень. Це становить понад один мільярд галонів стічних вод на рік для галузі — еквівалент 1515 басейнів олімпійського розміру. Більшість суден сьогодні оснащені очисними спорудами, які видаляють забруднюючі речовини зі стічних вод, прискорюючи природний процес очищення води перед її скиданням у море. Однак забруднюючі речовини, такі як важкі метали та небіорозкладні органічні хімічні речовини, можуть залишатися навіть після вторинного очищення. У рейтингу «Друзів Землі», опублікованому минулого року, всі 21 велика круїзна лінія отримали низькі бали за очищення стічних вод, оскільки жодна з них «публічно не звітує про ефективність цих передових систем», йдеться в заяві неурядової організації. Морське середовище вразливе до забруднення бортовими стічними водами, які часто класифікуються як чорні води (з туалетів) та сірі води (з раковин, душових кабін, пралень та камбузів). Скиди чорної води вносять забруднюючі речовини в прибережні води, що призводить до шкідливого цвітіння водоростей та зниження рівня кисню. Ці цвітіння споживають кисень під час розкладання, створюючи так звані мертві зони, де морське життя не може вижити. Тим часом сіра вода містить органічні залишки, олії та жири, які порушують обмін кисню. Поверхнево-активні речовини — речовини, які зазвичай містяться в засобах для чищення, таких як засіб для миття посуду та пральний порошок — та олії в сірій воді також погіршують життєво важливі процеси планктону, такі як фотосинтез та метаболізм, пригнічуючи ріст морських організмів. Згідно з дослідженням, опублікованим у травні, побічні продукти дезінфекції від обробки баластних вод на борту можуть бути більш токсичними, ніж дезінфікуючі засоби. Ці побічні продукти можуть спричиняти рак, пошкоджувати ДНК, вбивати клітини та затримувати ріст водних істот, включаючи крихітні організми, такі як планктон. Ці хімічні речовини наповнюють океани додатковим вуглецем або розкладаються мікроорганізмами на вуглекислий газ. Присутність вуглецю в морській воді робить її більш кислою, особливо на маршрутах з інтенсивним рухом. Трюмні води також забруднюють морське середовище, утворюючи видиму пляму, яка завдає біологічної шкоди морським птахам та прибережним спільнотам через інтоксикацію, а також покриваючи організми та перешкоджаючи диханню, харчуванню та фотосинтезу[1, с.3].

2. Забруднення повітря

У 2022 році 214 круїзних лайнерів викидали 509 тонн оксиду сірки, 19 125 тонн оксиду азоту та 448 тонн PM2.5 навколо європейських портів, згідно з дослідженням Міністерства транспорту та навколишнього середовища. Хоча Міжнародна морська організація встановила глобальне обмеження на вміст сірки в мазуті суден у 2020 році,

що, на її думку, допоможе скоротити загальні викиди сірки з суден на 77%, круїзні лайнери все ще викидають величезну кількість цього токсичного газу в атмосферу. Згідно з тим самим звітом Міністерства транспорту та навколишнього середовища, 214 європейських круїзних лайнерів все ще викидають більше сірки, ніж один мільярд автомобілів у 2022 році, або більш ніж у чотири рази більше, ніж усі європейські автомобілі разом узяті. Як сірка, так і оксид азоту сприяють утворенню кислотних дощів, підкислюють поверхневі води, завдаючи шкоди морським та річковим організмам, а також знищують ліси, безпосередньо пошкоджуючи листя та спричиняючи підкислення ґрунту та виснаження поживних речовин. Крім того, останнє відповідає за регіональну імлу, яка зменшує видимість та прискорює вивітрювання пам'яток, будівель та споруд. Багато круїзних операторів почали інвестувати в скраплений природний газ (СПГ) як альтернативу традиційному морському паливу — здебільшого дизельному — відповідно до міжнародних стандартів та правил, що регулюють викиди з суден. Але хоча спалювання СПГ генерує менше викидів вуглекислого газу та діоксиду сірки порівняно з іншими викопними видами палива, воно залишається дуже забруднюючим джерелом палива. Газ в основному складається з метану, парникового газу, що нагріває планету, який протягом 20-річного періоду поглинає приблизно в 80 разів більше тепла, ніж вуглекислий газ. СПГ розглядається як перехідне паливо до більш екологічно чистих джерел енергії, таких як зелений водень – чисте паливо, яке усуває викиди шляхом використання відновлюваної енергії для електролізу води. Однак виробництво зеленого водню все ще є дуже дорогим і вимагає величезної кількості відновлюваної енергії. Більшість компаній отримали низькі оцінки в оцінці «Друзів Землі» за їхні зусилля щодо зменшення забруднення повітря. Серед компаній з найгіршими оцінками були Disney Cruise Lines, яка отримала оцінку C+, Royal Caribbean, яка отримала оцінку D-, та Cunard Cruise Line, яка отримала оцінку F. Лише норвезька компанія Hurtigruten та її експедиційний круїзний лайнер отримали оцінку A, тоді як жодна не отримала оцінку B [2, 3, с. 3].

3. Шумове забруднення

Підводне шумове забруднення, що створюється круїзними суднами, є ще однією екологічною проблемою, пов'язаною з цією галуззю. Конвенція про охорону мігруючих видів визначила океанський шум як потенційну загрозу для морського життя, оскільки деякі імпульсивні звуки настільки гучні, що можуть безпосередньо вбити морських мешканців. У звіті 2019 року було виявлено, що хижаки та риби можуть бути витіснені шумом. «Підводні шумові гарячі точки в Середземному морі перетинаються з районами, важливими для чутливих до шуму видів морських ссавців, та з кількома охоронюваними регіонами», йдеться у звіті. За словами директора програми порятунку тварин Міжнародного фонду добробуту тварин Кеті Мур, звук може впливати на морських тварин по-різному. Зростаючий навколишній шум порушить комунікацію, орієнтацію та харчування морських істот, які залежать від звуку в океані. Слухове маскування, коли шум перешкоджає біологічним звукам, погіршує їхнє акустичне середовище існування, «подібно до того, як туман або дим затьмарюють важливі візуальні сигнали для наземних тварин», згідно з дослідженням 2024 року. Також було показано, що шум може погіршити здатність арктичних морських ссавців виявляти партнерів, здобич, хижаків та навігаційні сигнали. Важливо, що їхні слухові частоти перетинаються з шумом від судноплавства, гідролокатора та криголаму, що підвищує їхню вразливість [4, с. 3].

4. Інші види забруднення

Окрім забруднення води, повітря та шумового забруднення, проблематичними також є тверді відходи, що утворюються під час круїзів, такі як пластик, папір, деревина, картон, харчові відходи, банки та скло. За оцінками, протягом тижневого круїзу утворюється близько 50 тонн твердих відходів, і близько 24% твердих відходів, що утворюються суднами по всьому світу, походять з круїзних лайнерів. Пластик є особливо проблематичним, оскільки він залишається в морі протягом тривалого часу через свою

нерозкладну природу, і морські організми, такі як морські черепахи, можуть сприймати його як їжу, що призводить до отруєння, задухи та голодної смерті. З 1990 по 2025 рік світова індустрія океанських круїзів зазнала щорічного зростання пасажиропотоку на 6,3%. Прогнозується, що до кінця 2025 року ці судна перевезуть загалом 33,7 мільйона пасажирів, що на 4,9% більше, ніж 32 мільйони у 2024 році. Ще одним питанням, яке турбує екологів, є масове використання інфраструктури та матеріалів у цій галузі. Будівництво круїзного лайнера вимагає великої кількості матеріалів, зокрема сталі та алюмінію для корпусу та конструкції, а також деревини для внутрішнього оздоблення. За даними Міжнародної асоціації круїзних ліній, виробництво великого круїзного лайнера вимагає 16 мільйонів деталей — для порівняння, виробництво автомобіля вимагає лише 18 000 деталей. Але, окрім матеріалів, будівництво та стикування цих величезних кораблів також вимагає більших заводів та портів [5, с. 3].

Висновки. Підбиваючи підсумки, круїзна індустрія, попри свою привабливість і значний внесок у світову економіку та туризм, залишається однією з найбільш екологічно шкідливих галузей морського транспорту. Її діяльність супроводжується масштабними викидами вуглецю, оксидів сірки та азоту, що спричиняють забруднення повітря й утворення кислотних дощів. Скидання стічних вод, баластних і трюмних відходів призводить до деградації морських екосистем, утворення «мертвих зон» і загибелі морських організмів. Додатковими проблемами є шумове забруднення, яке дезорієнтує морських ссавців, та накопичення твердих відходів, особливо пластику. Для досягнення реальної сталості круїзний сектор має перейти до більш чистих джерел енергії, прозорого екологічного моніторингу та суворішого міжнародного контролю за дотриманням екологічних норм. Лише системні зміни та відповідальне ставлення операторів і пасажирів можуть забезпечити баланс між розвитком туризму та збереженням довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. The Environmental Impact of Cruise Ships. URL : <https://earth.org/the-environmental-impact-of-cruise-ships/>
2. What is the Environmental Impact of a Cruise Ship? URL : <https://greenly.earth/en-gb/blog/industries/what-is-the-environmental-impact-of-a-cruise-ship>
3. Can the Large Cruise Ships Drive Systemic Change in Maritime Sustainability? URL : <https://www.greenmatch.co.uk/blog/maritime-sustainability>
4. What is the environmental impact of cruise ships? URL : <https://businessnorway.com/articles/what-is-the-environmental-impact-of-cruise-ships>
5. Environmental and human health impacts of cruise tourism: A review. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X21010134>

МІЖНАРОДНО-ПРАВОВИЙ СТАТУС АРКТИКИ: СУЧАСНИЙ ВИМІР

Степанов Р. О.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.ю.н., доц. Панченко І.М.*

Вступ. Стрімке прискорення кліматичних змін та як наслідок, інтенсивне танення льодового покриву в Північному Льодовитому океані, перетворили Арктичний регіон із віддаленої географічної периферії на один із центральних об'єктів геополітичної та правової уваги у XXI столітті. Ця трансформація обумовлює беззаперечну актуальність комплексного дослідження правового режиму Арктики.

З одного боку, регіон відкриває колосальні економічні перспективи, пов'язані з доступом до критичних природних ресурсів (нафта, газ, мінерали) та комерційною експлуатацією нових трансарктичних судноплавних маршрутів, таких як Північний морський шлях. З іншого боку, ці процеси породжують гострі міжнародно-правові колізії та створюють безпрецедентні екологічні ризики для однієї з найбільш вразливих екосистем планети.

Науковий інтерес до даної проблематики полягає у необхідності аналізу, наскільки універсальні норми міжнародного морського права, перш за все Конвенція ООН з морського права 1982 року (далі — UNCLOS), здатні ефективно врегулювати новітні суперечності, що виникають між конкуруючими національними інтересами прибережних держав (зокрема, щодо розширення континентального шельфу та суверенного контролю над морськими шляхами). Також важливим є оцінка ролі та меж впливу регіональних механізмів співробітництва, як-от Арктична рада, та спеціалізованих інструментів Міжнародної морської організації (далі — ІМО), спрямованих на забезпечення екологічної та навігаційної безпеки. Саме у контексті зазначених викликів, першочергового значення набуває глибоке розуміння ключових факторів, що формують сучасний правовий ландшафт Арктики.

Основна частина. Арктичний регіон набув виняткового геополітичного та стратегічного значення, що зумовлено як величезними нерозвіданими запасами вуглеводнів — нафти, газу та стратегічно важливих корисних копалин, так і динамічною зміною кліматичних умов [1, с. 201]. Глобальне потепління та прискорене танення льодів призводять до відкриття нових, економічно вигідних транспортних коридорів. Зокрема, Північний морський шлях вздовж узбережжя Євразії значно скорочує час доставки товарів між Європою та Азією, що створює інтенсивну конкуренцію між державами, які прагнуть встановити свій контроль над арктичними акваторіями. Крім економічних факторів, Арктика має важливий безпековий вимір, оскільки регіон використовується для військових цілей і стратегічного моніторингу. Зростання міжнародного інтересу відображається у збільшенні кількості наукових експедицій та активній реалізації інфраструктурних проєктів.

Фундаментальною основою для міжнародно-правового регулювання Арктики залишається Конвенція UNCLOS, яку часто називають «конституцією океанів» [2]. Цей ключовий документ визначає суверенні права прибережних держав у їхній виключній економічній зоні та на континентальному шельфі. Останнє положення є особливо важливим, оскільки дозволяє державам претендувати на ресурси морського дна далеко за межами 200 морських миль [2]. Водночас, Конвенція закріплює і загальновизнані принципи свободи судноплавства у відкритому морі, до яких апелюють США та інші держави, що не мають виходу до Арктики. Окрім UNCLOS, важливе значення мають регіональні домовленості, як-от Конвенція про захист морського середовища Північного Льодовитого океану, що підкреслює необхідність спеціалізованої співпраці у боротьбі з забрудненням, зважаючи на унікальну вразливість арктичних екосистем.

Важливим майданчиком для координації політики та вироблення механізмів співпраці є Арктична рада, створена у 1996 році. До неї входять вісім арктичних держав:

Канада, Данія, Фінляндія, Ісландія, Норвегія, російська федерація, Швеція та Сполучені Штати Америки, а також постійні учасники — організації корінних народів [3]. Рада є ключовим джерелом авторитетних звітів про зміни клімату, стан екосистем та напрями сталого розвитку. Однак, незважаючи на свій значний політичний авторитет, вона не володіє юридично обов'язковими механізмами впливу (діє на засадах *soft law*), виконуючи переважно консультативну та інформаційну функцію. Її рішення зосереджуються на питаннях екологічного моніторингу та наукового співробітництва, хоча під її егідою було укладено три юридично обов'язкові угоди (щодо пошуку та порятунку, реагування на розливи нафти та наукового співробітництва).

Окрему, але пріоритетну увагу, міжнародне морське право приділяє екологічному виміру. Арктика є надзвичайно крихким регіоном, де будь-яка господарська діяльність, особливо інтенсивне судноплавство, може спричинити непоправні наслідки. У відповідь на ці загрози ІМО розробила Міжнародний кодекс для суден, які експлуатуються в полярних водах (Полярний кодекс), який встановлює посилені правила безпечного судноплавства у льодових умовах, високі вимоги до конструкції суден, а також жорсткі екологічні стандарти щодо запобігання забрудненню [4]. Цей документ став важливим кроком у посиленні міжнародного регулювання морських перевезень у регіоні, проте дослідники слушно наголошують, що без посилення міжнародного контролю та створення дієвих механізмів відповідальності, ризики аварій та екологічних катастроф залишаються високими [5].

Найбільш суперечливим питанням залишається правовий режим Північного морського шляху. Російська Федерація вважає цей маршрут частиною своїх історичних внутрішніх вод або вод, що підпадають під національний суверенітет, запроваджуючи правила, які вимагають попереднього дозволу на прохід та обов'язкового супроводу. Проте принцип свободи судноплавства, закріплений у ст. 87 UNCLOS, використовується США та іншими державами для обґрунтування права вільного транзитного проходу [2]. Таким чином, наявна колізія між національними суверенними інтересами Росії та фундаментальними нормами міжнародного морського права. Експертні оцінки вказують на те, що подальше зростання транзиту через Арктику, спричинене таненням льоду, багаторазово загострить цю правову та політичну суперечку [5].

На тлі цієї колізії позиції арктичних держав залишаються глибоко розбіжними. Росія активно просуває заявку на розширення свого континентального шельфу відповідно до ст. 76 UNCLOS. США, хоча формально й не ратифікували Конвенцію, постійно апелюють до її норм у питаннях свободи судноплавства. Канада вважає значну частину арктичних вод, зокрема Північно-Західний прохід, своїми внутрішніми, що викликає заперечення з боку інших держав. Данія та Норвегія також захищають власні, іноді пересічні, претензії, зокрема на районі хребта Ломоносова [5]. Хоча Арктична рада продовжує підтримувати діалог, відсутність у неї юридично обов'язкових рішень обмежує її вплив на врегулювання цих суверенних спорів [3].

Висновки. Міжнародне морське право Арктики є складною та багатокомпонентною системою, яка поєднує універсальні норми міжнародного морського права, регіональні домовленості та національні інтереси. Серед основних проблем – суперечності щодо правового статусу ключових акваторій, зростаючі екологічні загрози внаслідок інтенсифікації діяльності та нестача ефективних механізмів міжнародного контролю. Водночас, активізація співробітництва у межах Арктичної ради, удосконалення правил ІМО та інтенсивний науковий моніторинг дають підстави сподіватися на пошук балансу між економічними інтересами та глобальною відповідальністю людства за збереження унікальної природної спадщини, що є одним із найбільших викликів для міжнародного права у XXI столітті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Воротілова І.С. Арктична безпека: міжнародні фактори стабільності та виклики для

регіональних акторів. *Науковий журнал «Політикус»*. 2025. №2. С.192-206. DOI: <https://doi.org/10.24195/2414-9616.2025-2.30>

2. United Nations Convention on the Law of the Sea. 1982. URL: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

3. Панчак О. Арктична рада: білий прапор перемоги співпраці? *Аналітичний центр ADASTRA*. 2020. URL: <https://adastra.org.ua/blog/arktichna-rada-bilij-prapor-peremogi-spivpraci>

4. Shipping in polar waters. *International Maritime Organization*. Доступ: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/polar-default.aspx>

5. Правовий статус Арктики. *Вікіпедія*. Доступ: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%81_%D0%90%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8

СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Сухачевський В. Ю.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: PhD, ст. в. Сокол А.О.

Вступ. Водний транспорт відіграє провідну роль у глобальній економіці, забезпечуючи перевезення понад 80% світових вантажів. Він є відносно дешевим і ефективним видом транспорту, проте його експлуатація пов'язана з істотним впливом на навколишнє середовище. Екологічні проблеми, які виникають у процесі роботи суден, охоплюють забруднення водних ресурсів, атмосфери, ґрунтів, а також шумове та вібраційне навантаження на біоту. Вони мають не лише регіональний, а й глобальний характер, адже забруднення океанів і морів впливають на кліматичні процеси планети та добробут людей [1].

У сучасних умовах питання екологічної безпеки в судноплаванні набувають особливої актуальності. Міжнародні організації, такі як Міжнародна морська організація (ІМО), ухвалюють жорсткі норми для зменшення шкідливого впливу водного транспорту. Водночас судновласники стикаються з необхідністю великих інвестицій у модернізацію флоту, що викликає певні труднощі. Метою даної доповіді є аналіз основних екологічних проблем, пов'язаних з експлуатацією водного транспорту, а також пошук шляхів їх вирішення.[2]

Сучасний водний транспорт чинить багатосторонній вплив на природне середовище. Найбільш значущими екологічними проблемами є:

1. Забруднення нафтою та нафтопродуктами. Щороку в океан потрапляють тисячі тон нафти внаслідок аварій танкерів, пошкоджень трубопроводів та витоків з машинних відділень. Нафта утворює плівку на поверхні води, що перешкоджає газообміну, призводить до загибелі планктону, риб та морських птахів.[3]

2. Розливи хімічних речовин. Судна-хімовози займаються перевезенням небезпечних вантажів, витік яких може призвести до масштабного забруднення. Деякі хімікати розчиняються у воді, отруюючи флору й фауну, інші осідають на дні, утворюючи токсичні відкладення.[4]

3. Баластні води. Під час забору баластних вод судно може втягнути разом із водою мікроорганізми, планктон чи личинок риб, які, потрапивши в інший регіон, стають інвазійними видами. Вони витісняють місцеві популяції, руйнуючи природний баланс екосистем.[5]

4. Атмосферні викиди. Водний транспорт є джерелом викидів оксидів сірки (SO_x), оксидів азоту (NO_x) та діоксиду вуглецю (CO_2). Використання важкого мазуту особливо шкідливе, оскільки він містить високий відсоток сірки. За оцінками, суднопластво відповідає приблизно за 3% світових викидів CO_2 , що сприяє глобальному потеплінню.[6]

5. Стічні води та сміття. Життєдіяльність екіпажу та пасажирів неминує супроводжується утворенням побутових відходів, стічних вод, пластику. Безконтрольне скидання сміття у море створює серйозну загрозу для морських екосистем, зокрема для риб, черепах і птахів, які можуть ковтати пластик.[7]

6. Шумове та вібраційне забруднення. Робота гвинтів і двигунів створює значний рівень підводного шуму, що дезорієнтує китів, дельфінів та інших морських тварин. Довготривале перебування в зоні підвищеного шуму може призвести до порушення міграційних шляхів і навіть загибелі тварин.[8]

Для зменшення негативного впливу водного транспорту на довкілля впроваджено міжнародні конвенції: MARPOL 73/78 — основна міжнародна конвенція, що охоплює запобігання забруднення морського середовища суднам з експлуатаційних або аварійних причин. Конвенція про баластні води (2004) — встановлює правила очищення та контролю баластних вод для запобігання поширенню інвазійних видів. ІМО 2020 —

правило, що обмежує вміст сірки в паливі до 0,5%. EEDI — відображає кількість CO₂, що утворюється на тонно-милю (вантажопідйомність).

Він являє собою єдиний підхід до розрахунку енергоефективності судна під час проектування та будівництва нових суден і буде використовуватися для контролю рівнів викидів CO₂ майбутніми новими суднами шляхом заохочення до вдосконалення конструкції суден. Розрахунок та перевірка EEDI охоплюються Резолюціями ІМО МЕРС.212(63) та МЕРС.214(63) відповідно.

SEEMP — це операційний захід, який встановлює механізм для підвищення енергоефективності судна економічно ефективним способом. Він включає найкращі практики паливно-ефективної експлуатації судна та закликає власника/оператора на кожному етапі плану враховувати нові технології та практики, прагнучі оптимізувати характеристики судна. Керівні принципи ІМО щодо розробки SEEMP містяться в Резолюції МЕРС.213(63) [9].

Сучасні шляхи подолання екологічних проблем судноплавства передбачають:

- Використання альтернативного палива (LNG, біопаливо, водень, аміак).
- Встановлення систем очищення димових газів (scrubbers).
- Оснащення портів береговим живленням для зменшення викидів під час стоянки.
- Заборону скидання сміття та посилений моніторинг за допомогою супутників.
- Впровадження програм екологічного навчання екіпажів і персоналу.[10]

Основна частина. Відповідно до міжнародних вимог на суднах застосовують комплекс технічних, організаційних і правових заходів, щоб запобігати або припиняти забруднення навколишнього середовища. Нижче — основні засоби та системи, що використовуються на судах:

1. Запобігання забрудненню нафтою (MARPOL Annex 1)

- *Oily Water Separator (OWS)* — сепаратор нафтовмісних вод. Це спеціальна установка в машинному відділенні, що розділяє воду та нафту у стічних водах із машинних приміщень. Принцип роботи: спочатку великі частки нафти осідають у відстійнику, потім дрібні — відділяються за допомогою коалесцентних фільтрів або центрифуги. На виході вода повинна містити не більше ніж 15 ppm нафти. Заборонено скидати, якщо показник більший або судно перебуває в «Special Area» (наприклад, Чорне море).
- *Oil Content Meter (15 ppm Alarm)* — аналізатор вмісту нафти. Це прилад, який безперервно контролює кількість нафти у воді, що виходить із сепаратора. Якщо показник перевищує 15 ppm, система автоматично блокує злив і повертає воду назад у збірний танк. Усі дані записуються в автоматичний лог (oil discharge monitoring system).
- *Sludge Tanks* — танки нафтових залишків. У ці танки зливаються залишки з сепаратора, нафтовмісні води, мастильні залишки після очищення. Звідти відходи спалюються в інсинераторі або передаються на берегові приймальні споруди.
- *Oil Record Book (ORB)* — журнал операцій з нафтою. Кожна дія з нафтою або нафтовими залишками (злив, перекачування, очищення, спалювання, передача на берег) обов'язково записується в ORB. Книга підлягає перевірці під час PSC (Port State Control). Неправильні записи або їх відсутність — серйозне порушення MARPOL.

2. Запобігання забрудненню стічними водами (MARPOL Annex 4)

- *Sewage Treatment Plant* — очисна установка стічних вод. Використовується для біологічного або хімічного очищення води з туалетів, душів, камбузу. В установці бактерії розкладають органічні речовини, потім вода проходить фільтрацію та знезараження ультрафіолетом або хлором. На виході вона безпечна для довкілля і може скидатися у море на відстані >3 морські милі від берега.
- *Holding Tank* — танк для утримання стічних вод. Коли судно стоїть у порту або в зоні, де скид заборонений, усі стічні води зберігаються у цьому танку. Потім вони або

очищаються на борту, або передаються на берег.

3. Запобігання забрудненню сміттям(MARPOL Annex 5)

- *Garbage Management Plan (GMP)* — план управління сміттям. Це офіційний документ, який описує: як збирають, зберігають, сортують і утилізують сміття; хто відповідає за відходи на борту. Кожен член екіпажу повинен знати цей план.
- *Garbage Record Book (GRB)* — журнал сміття. У ньому записують усі операції: спалювання, скид дозволених відходів, передача на берег. Для різних типів сміття існують свої коди (А — пластик, В — харчові, тощо).
- *Incinerator* — судновий спалювач. Використовується для спалювання сміття і нафтових залишків. Працює при високих температурах (800–1200 °C). Має сертифікат MARPOL і автоматичну систему контролю диму. Не можна спалювати пластик із хлором, аерозолі чи небезпечні хімікати.
- *Контейнери для сортування сміття*. На кожній палубі є контейнери з кольоровими позначками (папір, пластик, метал, харчові відходи). Це полегшує подальшу переробку чи утилізацію.

4. Запобігання забрудненню баластними водами(BWMS)

- *Ballast Water Treatment System (BWTS)*. Система, яка знезаражує баластну воду, щоб не переносити чужорідні організми. Використовує: ультрафіолетове випромінювання; фільтрацію; озон або гіпохлорит натрію. Контролюється автоматично, має датчики якості води.
- *Ballast Water Record Book*. Тут записують кожне заповнення, злив або очищення баластної води. Необхідний при перевірках екологічними інспекторами.

5. Запобігання забрудненню повітря(MARPOL Annex 6)

- *Scrubber* — система очищення вихлопних газів. Використовується на суднах, які працюють на важкому паливі (HFO). Промиває вихлопні гази морською водою або лужним розчином, зменшуючи викиди сірки до допустимого рівня ($\leq 0,5\%$). Буває двох типів: Open loop-вода скидається в море після очищення; Closed loop-вода циркулює повторно.
- *SCR (Selective Catalytic Reduction)*. Знижує викиди оксидів азоту (NO_x). Впорскується розчин сечовини або аміаку у вихлоп, який реагує з $\text{NO}_x \rightarrow$ утворюється безпечний азот і вода.
- *Low Sulphur Fuel Oil (LSFO)*. Паливо з вмістом сірки $\leq 0,5\%$ (або $\leq 0,1\%$ у ECA-зонах). Заміна звичайного важкого палива на LSFO-обов'язкова вимога MARPOL VI

Але навіть ці засоби не гарантують 100% захисту навколишнього середовища. Нажаль ми досі маємо ситуації які приводять до техногенних катастроф, нижче наведенні приклади та їх наслідки:

Viking Star, 2018 рік, сучасне пасажирське судно класу «eco-friendly». На судні була встановлена гібридна система очищення вихлопів SO_x Scrubber, яка мала збирати сірковмісні залишки та відводити їх у спеціальні танки. Через несправність запірного клапана частина рідини з підвищеною кислотністю ($\text{pH} \approx 3,0$) потрапила в море під час переходу біля норвезького узбережжя.

Причина: технічна несправність обладнання, відсутність регулярної перевірки клапанів та фільтрів.

Наслідки: Локальне забруднення морської поверхні кислотою, тимчасова заборона експлуатації скрубера до усунення дефекту.

Maersk Etienne, 2021 рік, нафтовий танкер. Під час технічного обслуговування судна не було виявлено пошкодження зливного клапана в системі збору нафтового шламу. У результаті частина суміші води й нафтопродуктів потрапила у море біля узбережжя Мальти.

Причина: дефект обладнання через зношеність, відсутність планового технічного огляду.

Наслідки: обмежене нафтове забруднення морської поверхні, необхідність

проведення очищувальних робіт, затримання судна для перевірки.

Iron Chieftain, 2018 рік, балкер. Під час операції з перекачування баласту відбувся витік дизельного палива з паливного танка через спільний трубопровід. Система контролю за розділенням паливних і баластних ліній не працювала належним чином.

Причина: несправність запірного клапана та недбалість під час перевірки ізоляції систем.

Наслідки: розлив близько 10 000 літрів палива у порту Кембла (Австралія), тривале забруднення акваторії, тимчасова зупинка порту.

MV Marinda, 2020 рік, буксир. Екіпаж спалював змішані відходи, включно з пластиком, у старому судовому спалювачі без фільтрації диму. Це призвело до сильного задимлення та виділення токсичних речовин.

Причина: порушення правил спалювання відходів; використання застарілого обладнання без сертифікації.

Наслідки: скарги від екологічних служб, тимчасове відсторонення судна від роботи, вимога модернізації системи спалювання відповідно до MARPOL Annex V.

Ці інциденти доводять, що ефективний екологічний захист на судні залежить не лише від наявності сучасного обладнання, а насамперед від: своєчасного технічного обслуговування систем, дисципліни екіпажу, постійного контролю стану екологічних установок, та дотримання вимог міжнародних стандартів MARPOL. Тільки поєднання технічної надійності, грамотного обслуговування й екологічної свідомості екіпажу може запобігти подібним випадкам у майбутньому.

Висновки. Екологічні проблеми водного транспорту є глобальним викликом, що вимагає скоординованих дій усіх учасників міжнародної спільноти. Забруднення нафтою, хімікатами, сміттям, атмосферні викиди та шумове навантаження завдають непоправної шкоди екосистемам Світового океану. Будуть серйозні наслідки як зникнення видів необхідних для морської екосистеми а також зміни які в харчових ланцюгах, що вплине на всі рівні морської екосистеми, забрудненні морепродукти можуть стати джерелом небезпечних хвороб для людини та населення планети, продовження викидів парникових газів з водного транспорту може прискорити глобальне потепління. Але водночас розвиток новітніх технологій, посилення міжнародних норм і впровадження культури екологічної відповідальності серед судновласників і екіпажів створюють реальні можливості для мінімізації цих загроз. Збереження морського середовища є необхідною умовою сталого розвитку світового транспорту та майбутнього людства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Котлубай О. М. Морський транспорт: сучасні виклики та перспективи. Одеса, 2020. С. 12–18
2. Пилипенко І. О. Екологічні проблеми судноплавства. Київ: Наукова думка, 2019. С. 25–33
3. ITOPF. Oil Tanker Spill Statistics 2020. London, 2021. С. 4–10. https://www.itopf.org/fileadmin/uploads/itopf/data/Documents/Company_Lit/Oil_Spill_Stats_publication_2020.pdf
4. EMSA. Maritime Transport and Chemical Spills. – European Maritime Safety Agency, 2020. <https://www.emsa.europa.eu/we-do/sustainability/pollution-response-services/123-hns-pollution.html>
5. IMO. Ballast Water Management Convention. — London, 2004. <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/BWMConventionandGuidelines.aspx>
6. Fourth IMO GHG Study 2020. — International Maritime Organization, London, 2020. Ст. 18-24. https://greenvoyage2050.imo.org/wp-content/uploads/2021/07/Fourth-IMO-GHG-Study-2020-Full-report-and-annexes_compressed.pdf
7. UNEP. Marine Plastic Debris and Microplastics. Nairobi, 2016. С. 9–14. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7720>

8. NOAA. Ocean Noise Strategy Roadmap. — Washington, 2016. С. 1–20. https://oceannoise.noaa.gov/sites/default/files/2021-02/ONS_Roadmap_Final_Complete.pdf
9. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78) PRACTICAL GUIDE 2015. С. 3–47. <https://maritimesafetyinnovationlab.org/wp-content/uploads/2015/08/marpol-practical-guide.pdf>
10. DNV. Alternative Fuels Insight. Oslo, 2021. <https://www.dnv.com/services/alternative-fuels-insights-afi--128171/>

GREEN PORTS: MODERN APPROACHES TO THE ENVIRONMENTAL MODERNIZATION OF PORT ACTIVITIES

Shvetsova Olena

Danube Institute, National University «Odessa Maritime Academy»

Scientific Supervisor: Associate Professor, PhD in Ped. Sciences Olga Ivliieva

Introduction. The intensification of global environmental challenges and the implementation of the Sustainable Development Goals set new guidelines for the transformation of the transport sector. *The European Green Deal* envisions achieving climate neutrality by 2050, which necessitates reducing pollution levels and transitioning to renewable sources of energy [3]. Under these conditions, seaports have become key centers of energy transformation and environmental modernization of international logistics chains. Their influence extends far beyond transport infrastructure, shaping the environmental state of coastal regions and contributing to the development of a low-carbon economy.

The Green Port concept aims to minimize the negative impact of port activities on the environment through the implementation of energy-efficient technologies, process digitalization, the use of alternative energy sources, and environmental monitoring systems [4]. The International Maritime Organization (IMO) provides the regulatory framework for this transformation: MARPOL Annex VI establishes limits on emissions of sulfur oxides, nitrogen oxides, and particulate matter from ships [1]. These regulations encourage ports and ship operators to adopt cleaner technologies and develop integrated environmental management systems. Therefore, the development of Green Ports is viewed not only as a compliance mechanism but also as a proactive strategy for achieving sustainable maritime transport, enhancing environmental performance, and supporting global efforts to decarbonize the shipping industry.

Theoretical Foundations of the Green Port Concept

The concept of a Green Port is regarded as an innovative model of port management that integrates environmental principles into all operational and technological processes. Its main goal is to reduce the negative environmental impact of port activities through the implementation of energy-efficient technologies, optimization of logistics flows, and the use of renewable energy sources [4].

The regulatory basis for port environmental modernization is defined by international conventions, in particular MARPOL Annex VI, which establishes limits on sulfur oxides (SO_x), nitrogen oxides (NO_x), and particulate matter emitted by ship power plants [1]. Compliance with these standards is ensured not only through ship engine modernization but also through comprehensive port-level measures — including waste reception facilities, electrification of berths, and emissions monitoring systems.

European experience demonstrates that a Green Port is not limited to technical upgrades but represents a holistic system of sustainable management that combines environmental, social, and economic dimensions of port operations [3]. This approach forms a zero-pollution port ecosystem focused on resource efficiency, waste minimization, and the digitalization of logistics processes.

The key principles of a Green Port include:

- improving energy efficiency and reducing CO₂ emissions;
- transitioning to renewable energy sources (solar, wind, hydrogen);
- electrification of berths (shore power) and ship-to-shore connection;
- sustainable management of waste and wastewater;
- environmental certification according to EcoPorts and Port Environmental Review System (PERS) standards.

Thus, the Green Port concept serves as a crucial instrument for implementing the principles of green logistics in maritime transport, aiming to achieve a balance between economic efficiency, technological innovation, and environmental responsibility. Beyond its global significance, this concept provides a methodological framework for developing national

port sustainability strategies. In the context of Ukraine, adopting such an approach can lay the foundation for integrating domestic ports into the European environmental and logistics space, ensuring both competitiveness and long-term ecological resilience.

Global Trends in the Development of Green Ports

Within the European Union, the key benchmarks of environmental transport policy are the European Green Deal and Fit for 55 initiatives, which aim to reduce greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030 and achieve climate neutrality by 2050 [3]. These programs provide a common framework for developing energy-efficient infrastructure, promoting alternative fuels, and implementing digital emission monitoring systems across all transport sectors, including seaports.

One of the most successful examples of the Green Port concept is the Port of Rotterdam (Netherlands), which is developing the large-scale Hydrogen Hub Rotterdam — a system for producing, storing, and utilizing green hydrogen. The port also actively electrifies container terminals and applies real-time CO₂ emission monitoring to track environmental performance [4]. The Port of Hamburg (Germany) continues to expand its shore power network, introduce energy-efficient handling equipment, and build modern LNG bunkering facilities for vessels. Meanwhile, the Port of Antwerp-Bruges (Belgium) implements the Zero Emission Port 2030 strategy, focused on circular resource use, waste recycling, and renewable energy deployment. These cases illustrate the emergence of a new port management model, where ecological sustainability is aligned with economic competitiveness.

An important international tool for assessing port environmental performance is the Port Emissions Toolkit, developed within the GloMEEP (Global Maritime Energy Efficiency Partnerships) initiative of the International Maritime Organization (IMO) [6]. It enables ports to measure emissions of CO₂, NO_x, SO₂, and particulate matter, benchmark performance, and design emission reduction strategies. This approach has become a methodological foundation for EU port sustainability policies and is increasingly applied by countries seeking to integrate into the European transport space.

Beyond providing technical guidance, these initiatives demonstrate that environmental modernization of ports has become a global trend, shaping a new paradigm of maritime logistics. Their experience confirms that the transition to low-carbon operations is not only an environmental necessity but also an opportunity for innovation, digital transformation, and long-term economic resilience – a lesson particularly relevant for the modernization of Ukrainian ports.

Development of Port Environmental Modernization in Ukraine

In Ukraine, the issue of «green» development of seaports has gained particular importance in the context of European integration and the gradual implementation of the European Green Deal standards. The environmental modernization of port operations is viewed not only as part of the national transport reform strategy but also as a pathway to technological renewal and environmental resilience in the maritime sector. Strengthening the ecological component of port activities is a prerequisite for aligning Ukraine's maritime policy with global sustainability trends and meeting the future requirements of the EU transport system.

According to the BRDO analytical report, the main directions of port environmental transformation include:

- modernization of port energy infrastructure in line with energy efficiency standards;
- transition to alternative marine fuels — LNG, methanol, biofuel, and hydrogen;
- establishment of continuous environmental monitoring systems for air, water, and soil quality in port areas;
- development of national and regional «green port» programs;
- enhancement of environmental awareness through education and scientific cooperation [2].

Special attention should be given to the development of shore power systems in Black Sea ports, which can substantially reduce emissions from shipboard diesel generators during berthing. Another strategic priority is the integration of Ukrainian ports into the EcoPorts

network, which implies compliance with European environmental management standards and regular certification of sustainability performance.

However, the transition toward environmentally sustainable ports in Ukraine requires more than technical upgrades. It demands an institutional transformation that combines digital governance, scientific expertise, and financial incentives for clean technologies. From an academic standpoint, this process can serve as a model for applying mathematical and optimization methods to predict emission reductions, optimize fuel use, and evaluate environmental efficiency.

The further implementation of the Green Port principles in Ukraine, therefore, necessitates a comprehensive national program focused on digital transformation, investment in low-carbon technologies, and the establishment of a unified system for assessing port environmental performance. Such actions will help form a sustainable maritime transport model compatible with European ecological goals and, ultimately, position Ukraine as a proactive participant in the global green maritime transition.

Conclusions. The Green Port concept serves as a key component of the global strategy for sustainable maritime logistics and one of the priority directions of the European Union's environmental transport policy. Its implementation ensures a balanced integration of economic efficiency, energy security, and environmental responsibility within port operations.

The experience of leading European ports – Rotterdam, Hamburg, and Antwerp-Bruges – demonstrates that the systematic adoption of energy-saving technologies, digital emission monitoring systems, and renewable energy sources significantly reduces environmental impacts while enhancing the efficiency and investment attractiveness of port infrastructure. These examples confirm that ecological modernization has become not only a matter of environmental compliance but also a driver of innovation and competitiveness in the maritime sector.

For Ukraine, the development of a National Green Ports Program should become a strategic priority within the implementation of the European Green Deal and integration into the EU transport network [3]. Such a program should include:

- modernization of port energy and terminal systems;
- expansion of ship waste reception and recycling infrastructure;
- creation of an integrated environmental monitoring network for air and water quality;
- promotion of alternative fuels and shore power systems.

Comprehensive implementation of these measures will contribute to the decarbonization of the transport sector, reduce pollution in coastal regions, and enhance Ukraine's international standing as a maritime nation committed to the principles of *green logistics* and sustainable development. In the long term, these efforts can serve as a foundation for applying analytical and mathematical optimization methods to assess environmental performance and model emission reduction strategies — thus bridging scientific research with practical decision-making in port management.

REFERENCES

1. International Maritime Organization (IMO). MARPOL Annex VI — Prevention of Air Pollution from Ships. London: IMO, 2020. 138 p.
2. BRDO. Реалізація Європейського зеленого курсу в транспорті та формування сталої мобільності. Київ: BRDO, 2022. 48 с.
3. European Sea Ports Organisation (ESPO). Environmental Report 2023. Brussels: ESPO, 2023.
4. GloMEEP. Port Emissions Toolkit. London: IMO, 2018.
5. Port of Rotterdam Authority. Port Vision 2030 and Hydrogen Hub Rotterdam. Rotterdam: Port Authority Press, 2022. 35 p.
6. World Maritime University & Shanghai International Shipping Institute. (2025). Global Green Shipping Development Report 2024–2025. Shanghai: WMU & SISI.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ СУДНОВИХ БАЛАСТНИХ ВОД

Щербак В.В., Андрєєв О.В.

Одеський національний морський університет

Науковий керівник: к.т.н., доц. Булгаков М.П.

Вступ. Зростаюче міжнародне значення проблеми переносу морських організмів з водяним баластом призвело до створення відповідних законодавчих документів як на регіональних рівнях, так і на рівні ООН та ІМО. У зв'язку з цим є досить актуальним питання обробки баластних вод для запобігання скиданню небажаних мікроорганізмів із суден в портах [1].

Основна частина. У багатьох країнах проводяться дослідження методів обробки баластних вод. Серед низки існуючих методів обробки баласту одним із найбільш перспективних вважається очищення заборотної води на борту судна. Враховуючи актуальність даної тематики, є ряд публікацій, присвячених різним способам обробки. Ряд публікацій присвячений різним аспектам обробки баластних вод, зокрема, у звіті, представленому Американським бюро судноплавства (ABS), проведено огляд та порівняння систем і окремого обладнання для очищення баласту від різних виробників. Окрім цього, робота містить ґрунтовне дослідження ефективності обробки заборотної води хлором. Також іншими американськими дослідниками була здійснена оцінка економічної ефективності, капітальних та експлуатаційних витрат для різних способів такої обробки. Додатково деякі наукові публікації представляють дослідження обробки заборотної води об'ємним шляхом безпосередньо у баластних танках та електрохімічним способом.

На ринку є безліч технологій для обробки баластних вод на судах. Проте, такі обмеження, як наявність простору, вартість реалізації і рівень екологічності, відіграють важливу роль у використанні конкретного типу системи очищення баластних вод.

При виборі системи очищення баластних вод для судна враховується ряд факторів. Деякі з основних чинників, які беруться до уваги: ефективність знищення водних організмів; екологічність; безпека екіпажу; ефективність витрат; простота установки і експлуатації; доступність простору на борту [2].

На сьогоднішній день виділяють три основних методу обробки баластних вод [3].

Перший метод — виключення скидання баласту взагалі. Це найнадійніший спосіб, він застосовується в тих випадках, якщо скидання баластних вод заборонено повністю. Однак даний спосіб не є практичним.

Другий метод полягає в обробці водяного баласту на борту судна. На даний час розроблено певні технології цього методу, рекомендовані керівництвом ІМО.

Третій — берегова обробка — за оцінками Американського Бюро Судноплавства має ряд переваг. Однак необхідно врахувати, що багато суден не мають можливості здавати водяний баласт на берегові приймальні споруди.

Для обробки баластних вод на борту судна застосовуються різноманітні технології, що відрізняються принципом дії, часом обробки та впливом на конструкції судна.

Однією з таких технологій є обробка хлором, що передбачає отримання біоцидів, зокрема хлору та броду, методом електролізу безпосередньо на борту. Обробка відбувається проточним способом під час прийому води, але вимагає обов'язкової нейтралізації баластних вод сульфатом натрію перед їх скиданням. Цей процес триває декілька годин, проте має суттєвий недолік: висока концентрація активних речовин може викликати корозію сталевих елементів танків та трубопроводів.

Схожим біоцидним методом є обробка хімічними реагентами. У цьому випадку баластну воду змішують зі спеціальними хімікатами у строго контрольованій концентрації для ефективного знищення живих організмів. Процес відбувається також при прийомі води.

Таблиця 1 — Порівняння технологій обробки баласту

Технологія обробки	Характеристика процесу	Коли і як відбувається обробка	Час дії	Корозійна дія
Обробка хлором	Хлор і бром, які є біоцидами, отримують шляхом електролізу на борту судна. Перед скиданням баластні води нейтралізують сульфатом натрію	При прийомі проточним способом, нейтралізація при скиданні	Декілька годин	Висока концентрація викликає корозію сталевих елементів
Обробка хімічними реагентами	Баластні води змішують зі спеціальними хімічними речовинами в строго дозованої концентрації для знищення живих організмів. Протягом часу хімічні реагенти розщеплюються, відсутня необхідність в нейтралізації баласту	При прийомі в процесі проходження через ежектор (проточний спосіб)	24 год	Висока концентрація викликає корозію сталевих елементів
Фільтрація і ультрафіолетове опромінення	Фільтрація прийнятої заборотної води зазвичай відбувається в самоочищаються фільтри з пропускною здатністю до 50 мкм. Баласт опромінюється ультрафіолетовими променями, що призводить до утворення гідроксильних раціоналів, що знищують бактерії і мікроорганізми	При прийомі для фільтрації та УФ опромінення, при скиданні для УФ обробки	В процесі обробки	Не впливає
Деоксигенація	На борту судна в трубі Вентурі відбувається змішування інертного газу і баластної води (проточному спосіб) або барботування в баластних танках (об'ємний спосіб). Це призводить до видалення кисню і зниження рН води, як наслідок, до загибелі мікроорганізмів. Для нормального протікання процесу повітря замінюється інертним газом у вільному просторі баластних танків	При прийомі для одних систем (проточний спосіб) і в баластних танках для інших (об'ємний спосіб)	4-6 дні	Відносно низький корозійний ефект
Озонування	Озон отримують на борту судна, він діє як біоцид. Подача озону в змішувальний ежектор відбувається в процесі перекачування баластними насосами при прийомі або скиданні заборотної води. Часто комбінується з фільтрацією або іншими методами обробки	При прийомі для одних систем і при скиданні для інших	до 15 год	Обмежений вплив, тому що у вільному стані озон існує недовго. При обробці перед скиданням вплив відсутній.

Важливою особливістю є те, що з часом ці хімічні реагенти розщеплюються, тому необхідність у нейтралізації баласту перед скиданням відсутня. Однак цей метод вимагає

тривалого часу дії, близько 24 годин, і, як і хлорування, може спричиняти корозію при високих концентраціях.

Кардинально інший підхід демонструє фільтрація та ультрафіолетове опромінення. Цей метод є двоступеневим: спочатку прийнята забортна вода проходить через самоочищувальні фільтри (з пропускною здатністю до 50 мкм), а потім опромінюється ультрафіолетовими променями. УФ-опромінення призводить до утворення гідроксильних радикалів, які ефективно знищують бактерії та мікроорганізми. Обробка відбувається як при прийомі води (фільтрація та УФ), так і при її скиданні (повторна УФ-обробка). Ключовою перевагою цього методу є повна відсутність корозійного впливу на суднові конструкції.

Технологія деоксигенації базується на видаленні кисню з води, що призводить до загибелі мікроорганізмів та зниження рН. Це досягається шляхом змішування інертного газу з баластною водою (або проточним способом у трубі Вентурі, або об'ємним способом шляхом барботування в танках). Цей метод вимагає значного часу – від 4 до 6 днів, але характеризується відносно низьким корозійним ефектом.

П'ятий метод, озонування, використовує озон як потужний біоцид. Озон генерується на борту судна і подається в змішувальний ежектор під час перекачування баласту (при прийомі або скиданні). Його часто комбінують з фільтрацією. Оскільки озон існує у вільному стані недовго, його корозійний вплив обмежений, а при обробці безпосередньо перед скиданням – взагалі відсутній.

Висновки. У результаті проведеного порівняльного аналізу технологій обробки суднових баластних вод можна зробити низку узагальнень. Серед існуючих методів не існує універсального рішення, придатного для всіх типів суден та умов експлуатації. Ефективність систем значною мірою залежить від складу та властивостей забортної води, режиму роботи судна, а також від технічних і просторових обмежень на борту.

Отже, вибір оптимальної технології обробки баластних вод має ґрунтуватися на комплексній оцінці її ефективності, безпечності, вартості впровадження та відповідності вимогам Міжнародної конвенції про контроль і управління судновими баластними водами та осадами (BWM Convention). Найбільш збалансованим рішенням для більшості сучасних суден є комбіновані системи, що поєднують механічну фільтрацію з фізичними або хімічними методами знезараження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ballast Water Treatment Advisory. Houston: American Bureau of Shipping, 2011. URL : https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/advisories-and-debriefs/ABS_BWT_Advisory14312.pdf
2. Costello C., Drake J.M., Lodge D.M. Evaluating an invasive species policy: ballast water exchange in the Great Lakes. *Ecological Applications*. 2007. Vol. 17. P. 655–662.
3. Pereira N., Brinati H. Onshore ballast water treatment: a viable option for major ports // *Marine Pollution Bulletin*. 2012. Vol. 64. P. 2296–2304. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.026>
4. Порівняльна оцінка енергетичної ефективності способів обробки баластних вод / Горбов В.М., Мітенкова В. С., Тимофєєва О. С. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2013. № 1 (8). 35–44.
5. Flower, J. On continuous-flow techniques for the purging of contaminated water in ballast water tanks [Text] / J. Flower // *Journal of Marine Engineering and Technology*. 2002. № 1. P. 37–47

***СУДНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ,
ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ***

BALLAST CONTROL SYSTEM ТА ЇЇ РОЛЬ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ БАЛАСТУВАННЯ ТА МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ

Блажко Я. В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: к.т.н., доц. Поливода В.В.

Вступ. Баластна система судна є одним із найважливіших [1, 2] елементів, що забезпечує остійність, рівновагу та безпечну експлуатацію судна. Вона використовується для регулювання диференту, крену, осадки та розподілу навантажень під час різних режимів плавання, навантаження чи розвантаження. Без ефективної системи керування баластуванням Ballast Control System (BCS) неможливо гарантувати стабільність судна та його відповідність вимогам безпеки мореплавства.

Разом із тим, баластна вода є значним джерелом екологічної небезпеки [3]. У процесі забору вона може містити тисячі видів водних організмів, бактерій, рослин і патогенів, які потрапляють до баластних танків суден і здатні зберігати життєздатність навіть після кількомісячних рейсів. За оцінками, у світовому масштабі в баластній воді транспортується понад 7 000 різних видів живих організмів. Під час подальшого скидання такої води у води портових держав ці організми можуть потрапляти у нові екосистеми, де створюють загрозу місцевому біорізноманіттю, здоров'ю людей та економічним ресурсам. За сприятливих умов занесений вид може адаптуватися, розмножитися і стати інвазійним, витісняючи місцеві види та порушуючи екологічну рівновагу.

Для протидії цій глобальній проблемі Міжнародна морська організація (ІМО) розробила Міжнародну конвенцію про контроль і управління судновими баластними водами та осадами (BWMC, 2004). Вона встановлює вимоги до очищення баластних вод, а також порядок створення Планів управління баластними водами (Ballast Water Management Plan), які визначають процедури приймання, очищення та скидання води. Ці плани є обов'язковими для всіх суден і спрямовані на мінімізацію ризику перенесення шкідливих організмів та патогенів, водночас зберігаючи безпеку плавання.

Крім того, ІМО видала низку резолюцій (зокрема МЕРС 127(53) та МЕРС 306(73)), які визначають вимоги до систем очищення баластних вод (BWTS), критерії екологічної безпеки та рекомендації щодо ведення записів усіх операцій із баластом. Точне ведення документації та контроль з боку уповноважених осіб є важливою умовою ефективного управління баластними процесами на сучасному судні.

Таким чином, сучасна баластна система має подвійне призначення: забезпечення гідростатичної стабільності судна та екологічної безпеки морського середовища. Її ефективна робота потребує впровадження автоматизованих систем керування, здатних забезпечити точне регулювання фізичних параметрів і контроль якості баластної води відповідно до міжнародних вимог.

Основна частина.

I. Аналіз архітектури сучасної баластної системи [4]. На рис. 1 зображено типову схему баластної установки судна, що складається з таких основних елементів:

1. Sea Strainer (забортний фільтр) — виконує попереднє очищення заборотної води, затримуючи великі частки, водорості та сміття перед подачею у систему.
2. Ballast Pump (баластний насос) — забезпечує забір або відкачування води між танками й морським середовищем, створюючи необхідний тиск у системі.
3. Motive Water Booster Pump (підвищувальний насос подачі води) — стабілізує потік і тиск води, що подається на систему знезараження, забезпечуючи ефективну роботу BWTS.
4. Filtration System (фільтраційна система) — здійснює механічне очищення води від зважених часток і мікроорганізмів розміром понад 50 мкм, запобігаючи потраплянню великих об'єктів у наступні етапи обробки.
5. Ballast Water Flow Meter (витратомір баластної води) — контролює кількість води, що

проходить через систему, забезпечуючи точний облік об'єму для звітності й автоматичного керування.

6. ClO₂ Injection Point (точка введення діоксиду хлору) — місце, де в баластну воду дозовано подається дезінфікуючий реагент (ClO₂), який знищує патогенні мікроорганізми.
7. Secondary Containment (вторинна оболонка захисту) — призначена для утримання можливих витоків хімічних реагентів, що забезпечує екологічну безпеку експлуатації системи.
8. 78% Sulfuric Acid Tank (бак із 78% сірчаною кислотою) — використовується для генерації діоксиду хлору шляхом хімічної реакції; система має герметичний захист і контроль концентрації.
9. Fill Line Connection (лінія заповнення) — забезпечує підключення для подачі реагентів або промивної води під час обслуговування системи.
10. ClO₂ Generator Enclosure (генераторний модуль ClO₂) — головний елемент хімічної установки, де виробляється діоксид хлору, що подається у потік баластної води для знезараження.
11. Vent Line (вентиляційна лінія) — дозволяє видаляти гази або надлишковий тиск із ємностей, запобігаючи накопиченню небезпечних парів.
12. Purate™ BWT Tank (бак системи очищення Purate™) — ємність, у якій зберігається готовий реагент для знезараження баластної води; використовується в автоматичному режимі відповідно до потреб системи.

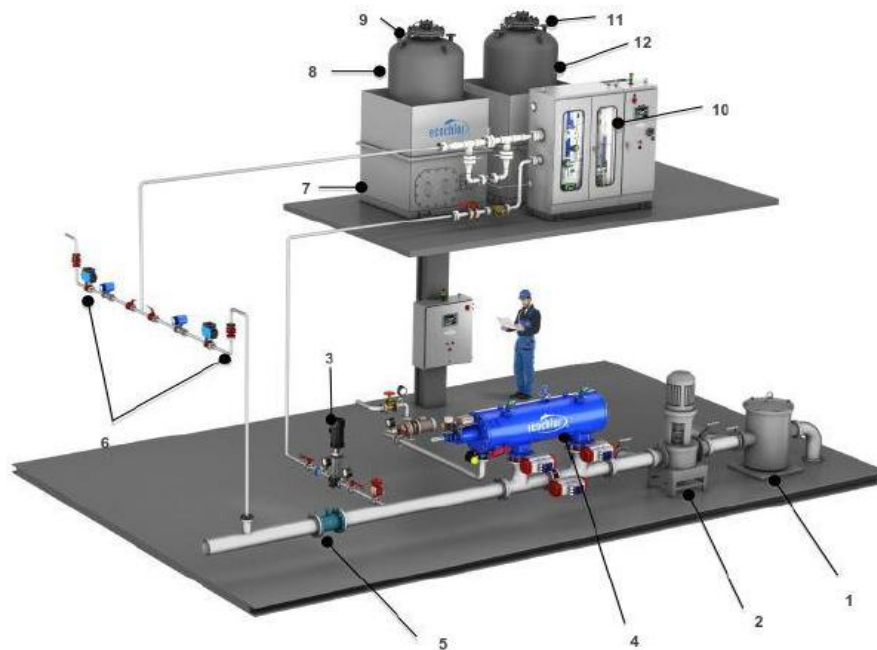


Рисунок 1 — Система очищення баластних вод (BWTS):

- 1 — Sea Strainer; 2 — Ballast Pump; 3 — Motive Water Booster Pump; 4 — Filtration System;
5 — Ballast Water Flow Meter; 6 — ClO₂ Injection Point; 7 — Secondary Containment;
8 — 78% Sulfuric Acid Tank; 9 — Fill Line Connection; 10 — ClO₂ Generator Enclosure;
11 — Vent Line; 12 — Purate™ BWT Tank

Разом ці компоненти утворюють комплексну систему очищення та контролю баластної води, яка забезпечує ефективне управління остійністю судна, стабільність під час експлуатації й дотримання міжнародних екологічних вимог. Усі процеси – від забору води до її знезараження та подачі у танки — виконуються під контролем автоматизованої системи керування, що зменшує ризик людських помилок і підвищує безпеку експлуатації судна.

Сучасна система керування баластом (Ballast Control System, BCS) є розподіленим

комплексом, що включає:

1. Центральний контролер або процесорний блок, який виконує логіку керування всіма процесами системи.
2. Операторську станцію (панель або комп'ютер) для моніторингу та керування в реальному часі.
3. Датчики рівня, тиску та витрати, які вимірюють фізичні параметри води у баластних цистернах.
4. Виконавчі механізми — електроприводні клапани, насоси, засувки.
5. Систему очищення баластних вод (BWTS), яка забезпечує екологічну безпеку операцій баластування.

Загалом, така система дозволяє оператору керувати процесом приймання, перекачування чи видалення баластної води, а також контролювати стан очищення відповідно до стандартів IMO D-1 та D-2.

II. Аналіз сучасного стану автоматизації процесів баластування. Автоматизація управління баластною системою передбачає:

1. Автоматичне регулювання рівня води в цистернах для підтримання необхідної остійності судна.
2. Послідовне керування клапанами і насосами для зміни осадки або крену.
3. Моніторинг параметрів роботи насосів і стану трубопроводів.
4. Систему аварійного відключення, яка запобігає переповненню цистерн або зворотному потоку води.

Сучасні судна обладнуються інтелектуальними сенсорними системами, які забезпечують точність вимірювань навіть у складних морських умовах. Усі дані виводяться на головний екран управління, де оператор може швидко змінювати режими або запускати автоматичні програми баластування.

III. Оптимізація енергоспоживання. Для забезпечення ефективної роботи насосів у баластній системі використовують частотно-регульовані приводи (VSD). Їхні основні переваги:

1. плавний запуск і зупинка насосів, що зменшує гідроудари;
2. економія електроенергії за рахунок оптимальної швидкості обертання;
3. збільшення ресурсу роботи обладнання;
4. можливість точного дозування потоку води залежно від умов експлуатації.

Використання енергозберігаючих технологій у системі баластування дозволяє знизити навантаження на електромережу судна та підвищити загальну надійність роботи.

IV. Інтеграція системи очищення баластних вод. Найбільш поширеними типами систем очищення баластних вод є:

1. Фільтраційні системи (рис.1), які видаляють механічні домішки та великі організми;
2. Ультрафіолетові системи (УФ-дезінфекція) — руйнують ДНК мікроорганізмів, запобігаючи їх розмноженню;
3. Електролізні та озонові системи, що здійснюють хімічне знезараження води.

Ці системи працюють у двох режимах: під час забору баласту — очищення забортної води перед її надходженням у цистерни; під час осушення — повторне знезараження води перед скиданням у море. Такі заходи запобігають поширенню інвазійних видів та забезпечують відповідність стандарту D-2 BWMC.

V. Екологічна безпека та експлуатаційні переваги. Міжнародна морська організація встановила, що відсутність очищення баластних вод може спричинити серйозну шкоду морським екосистемам. Сучасні автоматизовані системи дозволяють:

1. повністю виключити скидання неочищеної води;
2. вести журнали операцій з баластом у цифровій формі;
3. інтегрувати систему з центральним судовим моніторингом;
4. гарантувати екологічну відповідність судна у портах усіх країн-учасниць Конвенції BWMC.

Висновки. Сучасна система керування баластною системою суховантажного судна є складним автоматизованим комплексом, який поєднує технічні, енергетичні та екологічні аспекти експлуатації. Її впровадження забезпечує точне підтримання остійності судна, оптимальне енергоспоживання насосного обладнання та відповідність міжнародним вимогам щодо контролю та очищення баластних вод. Використання сучасних технологій автоматизації дає можливість значно підвищити ефективність суднових операцій, зменшити ризики людських помилок і гарантувати екологічну безпеку під час експлуатації. У результаті такі системи стають невід’ємною частиною концепції «зеленого судноплавства», сприяючи переходу морського транспорту до сталого та безпечного розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мельник О.М. та ін. Огляд процесу модернізації та оснащення суден системами очищення баластних вод. ТНУ ім. В.І. Вернадського, 2022.
2. Прадюх В.І. Будова та теорія водотонажних суден. Херсон, 2013.
3. IMO. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWMC), 2004.
4. Ballast Water Management Plan. Argonavis, Manual FEDERAL SWIFT, 2004. 240p.

ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ СУДНА «BALTIKA»

Богданов Б. С.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: к.т.н. доц. Погорлецький Д. С.

Вступ. Оптимальне використання вторинних енергоресурсів у теплоутилізаційних контурах є одним із основних засобів підвищення техніко-економічних показників перспективних суднових енергетичних установках (СЕУ). На портовому флоті здійснюється широка програма робіт з вирішення цієї проблеми. Серед них увага приділяється вдосконаленню технічної експлуатації суден щодо підвищення економічності їх енергетичних установок. Портовий транспорт — невід'ємна складова транспортної системи, та його розвитку притаманні самі тенденції, як і розвитку транспортної системи загалом. Такими тенденціями є: ресурсозбереження; підвищення надійності, безпеки та екологічності; підвищення продуктивності за рахунок збільшення швидкості реагування, комп'ютеризації, автоматизації; підвищення «гнучкості» та мобільності за рахунок максимальної уніфікації та стандартизації вантажних одиниць, підвищення якості транспортних послуг. Заходи щодо покращення екологічних характеристик двигунів СЕУ реалізуються спільно з роботами з підвищення паливної економічності та надійності, включаючи проміжне охолодження наддувочного повітря, відключення частини циліндрів на малих навантаженнях, використання невикористаних ресурсів СЕУ. Рациональне використання відходів тепла двигунів СЕУ на судах може надати економію палива, що дозволить знизити собівартість використання судна.

Під час експлуатації суден портового флоту та двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), особливо в умовах низьких температур, виникає проблема їх пуску і підготовки до прийняття навантаження (передпусковий прогрів), це пояснюється порушенням теплового балансу ДВЗ. Ефективність використання ДВЗ в умовах експлуатації залежить, від часу, який витрачається на допоміжні операції, до них відноситься передпускова тепла підготовка ДВЗ, яка містить у собі комплекс заходів, забезпечуючи пуск двигуна і прискорену теплову підготовку до прийняття навантаження. Тепловий стан ДВЗ впливає на процеси зношення поверхонь, утворення відкладень, показники надійності, ефективні показники двигуна і СЕУ. Для усунення вищевказаних проблем буде доцільно використання технології акумулювання теплоти на основі теплових акумуляторів фазового переходу у вигляді накопичувачів тепла [1–7].

Аналіз стану проблеми. На теперішній час в акваторіях портів України експлуатується велика кількість суден портового флоту [1], які забезпечують вирішення різноманітних завдань забезпечення, бонування, збір сміття, нафтовмісних вод, функції постачання, аварійно-рятувальні дії та багато іншого (рис. 1).

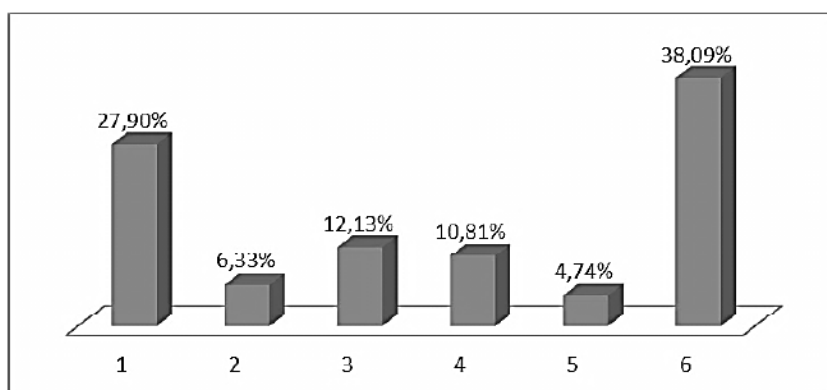


Рисунок 1 — Кількісний склад суден та плавзасобів портового флоту: 1 — буксири, різних видів та призначення; 2 — плав крани; 3 — баржі; 4 — спеціалізовані судна; 5 — нафтоналивні судна; 6 — інші плав засоби

Більшість СЕУ суден портового флоту за своїми техніко-економічними показниками не відповідають теперішнім вимогам до паливної економічності і екологічним показникам. Це робить проблему підвищення ефективності використання СЕУ, суден портового флоту дуже актуальною. Аналіз показав, що одним з шляхів підвищення ефективності СЕУ суден портового флоту є використання в їх складі теплоакумуюючих комплексів, які являються сукупністю обладнання та теплового акумулятора (ТА) [7–11]. Розробки та дослідження в цьому напрямку сконцентровані на отриманні ефективного теплоакумуючого матеріалу (ТАМ), вирішенні питання корозійної сумісності з конструкційними матеріалами, визначення максимального числа термічних циклів «зарядки і розрядки», розробки та виготовлення схем теплоакумуюючих систем у складі транспортних засобів (ТЗ). При значній кількості публікацій, присвячених акумуляуванню теплової енергії у складі ТЗ, все рівно не вирішений шлях вибору оптимальних та енергоефективних схем суднових теплоакумуюючих систем передпускового прогріву суднового ДВЗ для застосування в СЕУ суден портового флоту з урахуванням особливих режимів їх використання і експлуатації та габаритних розмірів машинно-котельних відділень.

Шляхи вирішення проблеми. Акумуляування теплоти на даний час, починає займати своє місце у розвитку енергонезалежних систем на морському транспорті, які дозволяють економити паливо і час, та збільшувати енергетичну незалежність окремих систем. Під акумуляуванням теплоти розуміють фізичні та хімічні процеси, за допомогою яких відбувається накопичення теплоти в теплових акумуляторах. Акумуляування теплоти є проміжним етапом між її виробництвом і споживанням, доцільність якого визначається, характеристиками джерела і споживача.

На даний час відомі такі способи акумуляування теплоти:

- акумуляування явної теплоти;
- акумуляування прихованої теплоти фазових переходів;
- хімічне акумуляування теплоти.

Акумуляування теплоти здійснюється за рахунок використання теплоємності твердого або рідкого теплоакумуючого матеріалу під час нагрівання. Даний спосіб акумуляування найбільш поширений і широко застосовується в енергетиці та транспорті. Головним чином, це пов'язано з використанням недорогих природних теплоаккумуляційних матеріалів та простих технічних рішень. Другий спосіб акумуляування теплоти здійснюється за рахунок використання прихованих теплових зворотніх фазових перетворень, наприклад плавлення-кристалізація або випаровування-конденсація. До переваг акумуляування теплоти фазового переходу плавлення-кристалізація можливо віднести забезпечення високої щільності енергії, яка запасється при використанні невеликих перепадів температур, а також можливість отримання постійної температури теплоносія на виході з теплових акумуляторів фазового переходу і створення відносно низьких тисків в теплоакумуючому обсязі акумулятора. Третій спосіб — хімічне акумуляування теплоти здійснюється за рахунок використання енергії зворотніх реакцій. В цьому випадку теплота трансформується у хімічну енергію. Перевагами хімічного акумуляування теплоти є довгостроковість її зберігання без втрат, здатність відтворення збереженої теплоти при температурах вище початкової та можливість транспортування продуктів реакції з подальшим вивільненням теплоти.

Теплові акумулятори, які реалізують цей спосіб акумуляування, в основному застосовні у складі енергоустановок невеликої потужності і вимагають складних конструктивних рішень. Суть розглянутої концепції полягає в тому, що теплота відпрацьованих газів і охолоджуючої рідини суднового дизельного двигуна MAN D2876-LE не тільки утилізується, а й акумуляується в спеціальних пристроях — теплових акумуляторах — з метою його подальшого використання. Це тепло може бути використане для вирішення проблеми передпускової теплової підготовки двигуна MAN D2876-LE, так само для обігріву кают екіпажу при низьких температурах навколишнього

повітря. Тепловий акумулятор фазового переходу є автономним і досить енергоємним накопичувачем енергії, що функціонує за рахунок утилізації теплоти відпрацьованих газів, і охолоджуючої рідини двигуна. Розглянуто можливість використання даної методики і технології акумуляування теплоти відпрацьованих газів суднового ДВЗ, поставили перед нами завдання довести можливість модернізації системи охолодження стоянкового дизельного двигуна MAN D2876-LE встановленого на судні портового флоту «BALTIKA», за допомогою підключення до системи охолодження теплового акумулятора фазового переходу (ТАФП) і до системи випуску відпрацьованих газів утилізатора теплоти, ТАФП заряджається від тепла відпрацьованих газів двигуна під час його роботи.

Під час стоянки судна на рейді або в порту пришвартованим до пірсу та живлячись від берегової лінії електропостачання, можливим стає використання накопичену теплову енергію ТА для підтримання системи охолодження в заданих температурних межах роботи, не використовуючи стандартні методи підігріву (електропідігрівачі, котел, працюючі дизель-генератори). Стає можливим не запускати стоянковий дизель-генератор MAN D2876-LE для енергонезалежності судна, та не використовувати систему підігріву, використовуючи живлення з берегової лінії енергопостачання.

Підтримання робочої температури (45...55 °C) системи охолодження суднового стоянкового двигуна MAN D2876-LE для передпускової і післяпускової теплової підготовки можливе за рахунок використання накопиченої теплової енергії ТА (під час роботи дизель-генератора), не запускаючи періодично стоянковий дизель-генератор для прогріву системи охолодження, не використовуючи електропідігрівачі або котельну установку за наявності. Все розглянуте, стало основою для модернізації системи охолодження стоянкового дизельного двигуна MAN D2876-LE, для покращення експлуатаційних показників СЕУ судна «BALTIKA», саме зниження шкідливих викидів, покращення паливної економічності за рахунок застосування системи теплової підготовки на основі ТА фазового переходу.

У базовому варіанті системи охолодження двигуна MAN D2876-LE для теплової підготовки та підтримання теплового стану потрібно провести запуск суднового двигуна або підігріти систему за допомогою електропідігрівача чи котельної установки, якщо вона на даний час працює, тобто підігрів неможливий без використання процесів згорання палива або електроенергії. Прилади та системи для накопичення теплової енергії в елементах системи конструкцією не передбачено. Дана модернізація стосується встановлення до системи охолодження і системи випуску відпрацьованих газів стоянкового двигуна MAN D2876-LE додаткових елементів: електричного додаткового насосу, електричних клапанів для перемикання контурів системи, ТА, утилізаційного теплообмінника, додаткових трубопроводів, системи керування, з допомогою чого виконується тепла підготовка стоянкового двигуна без його пуску і використання енергозалежних підігрівачів. Додатково до системи випуску встановлюються електричні клапани для перемикання та зміни напрямку потоків відпрацьованих газів, трубопроводів, насос для циркуляції тепло передаючої рідини від теплообмінника до теплового акумулятору фазового переходу, для його зарядки, за рахунок цього виконується накопичення теплової енергії відпрацьованих газів у ТАФП та передача її до охолоджуючої рідини системи охолодження і виконується передпусковий прогрів двигуна. Виконання пропонованої модернізації не ускладнює процес встановлення та проведення технічного обслуговування і ремонту системи охолодження, він є однаковим для базового та модернізованого варіантів. Тому пропонується виконати модернізацію під час проведення планових ремонтних робіт судна у порту, силами машинної команди. Встановлення до системи охолодження ТАФП, і утилізаційного теплообмінника до системи випуску налаштованого на роботу з потоком відпрацьованих газів, який повинен бути не більше 40 % загального потоку газів, дистанційно керованих заслінок, а підключення ТАФП в систему охолодження двигуна MAN D2876-LE здійснювалось за допомогою додаткових патрубків до блоку циліндрів. В основу дослідного зразка ТАФП

була покладена конструкція ТА [1-5], яка була раніше розроблена і використаний у роботах д.т.н. проф. Грицука І.В., та к.т.н. Погорлецького Д.С. з теплоакумуючим матеріалом фазового переходу. Корпус ТАФП зроблений із нержавіючої сталі і має одну основну секцію з теплообмінником з латуні. У корпусі є два патрубки, з'єднані з компенсаторами теплового розширення теплоакумуючого матеріалу (ТАМ) та входом термопар. Для зменшення втрат теплової енергії у процесі роботи зовнішня поверхня ТАФП була теплоізольована подвійним шаром спіненого поліетилену, який був покритий з боків шарами алюмінієвої фольги (рис. 2) [1-5].

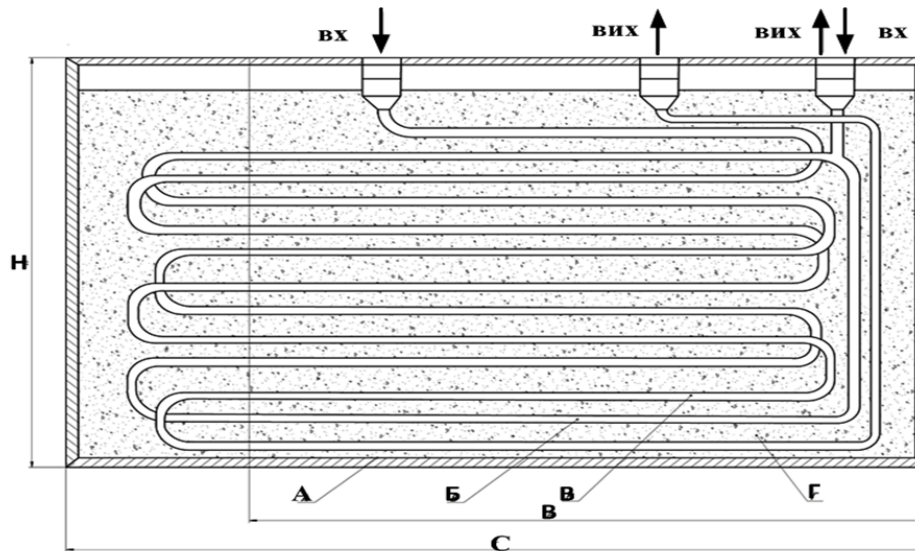


Рисунок 2 — Схема ТАФП: А — зовнішня стінка; Б — теплообмінник зарядки; В — теплообмінник розрядки; Г — фазоперехідний теплоакумуючий матеріал; ВХ, ВИХ — напрямок руху відпрацьованих газів

Процеси акумулювання теплової енергії відбуваються завдяки зміні параметрів фізичного стану ТАМ. З метою більш компактного розташування ТАФП та забезпечення безпеки використання в машинному відділенні судна, масогабаритні параметри та характеристики теплового акумулятора пропонується розрахувати в залежності від об'єму рідини системи охолодження [1-5], в зв'язку з розташуванням місць під'єднання до систем охолодження двигуна і випуску відпрацьованих газів, а головне дотримання правил забезпечення безпеки [1-5]. У якості теплоакумуючого матеріалу ТАФП, який застосований в системі утилізації теплової енергії відпрацьованих газів стоянкового дизельного двигуна СТП, пропонуємо використати поліетилен високої густини, для можливості зменшення масогабаритних параметрів ТА. Поліетилен стійкий під час нагрівання у вакуумі та атмосфері інертного газу, та практично нешкідливий, не виділяє в навколишнє середовище небезпечні для здоров'я людини речовини, не розчинний в органічних розчинниках при кімнатній температурі. Тепловий акумулятор фазового переходу забезпечує зворотні процеси накопичення, збереження, віддачі теплової енергії. Процес акумулювання теплоти відбувається шляхом зміни фізичних параметрів теплоакумулювального матеріалу, переходу з одного агрегатного стану в інший. В основу запропонованої модернізації, було покладено необхідність прогріти судновий стоянковий двигун MAN D2876-LE, при різних умовах експлуатації та різних температурах в машинному відділенні судна в період передпускового прогріву до температури «гарячого пуску», а саме від мінімальних 40...60 °С, а потім провести післяпусковий нагрів до робочої температури 85 °С, без застосування енергозалежних приладів підігріву [1-5].

Висновок. Для виконання поставленої мети даної роботи було розглянуто можливість використання теплової енергії відпрацьованих газів стоянкового суднового двигуна, з метою отримання гарячого теплоносія у системі утилізації відпрацьованих газів разом з тепловим акумулятором фазового переходу. Для цього було досліджено

можливість рішення цієї задачі за допомогою утилізаційного теплообмінника вмонтованого до системи випуску ВГ і за допомогою якого нагрівалася теплопередаюча рідина, яка в свою чергу передавала тепло до теплового акумулятору та нагрівала теплоакumuлюючий матеріал. Запропоновано використання способу теплової підготовки стоянкового двигуна на судах різного типу і двигунах різних типів, доведено можливість використання даної системи теплової підготовки для підтримання, як одного з елементів СЕУ стоянкового дизельного двигуна, в заданому тепловому режимі передпускової підготовки, а саме для покращення впливу на екологічну складову навколишнього середовища під час стоянки судна в порту, за рахунок того, що двигун не працює, а передпускова температура системи охолодження підтримується за допомогою системи теплової підготовки на основі теплового акумулятору фазового переходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артемов Г.А., Горбов В.М. Суднові енергетичні установки: Навчальний посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 356 с.
2. Погорлецький Д.С., Грицук І.В., Білоусов Є.В., Володарець М.В., Симоненко Р.В., Сімагін А.Ф. Система регулювання температури охолоджуючої рідини транспортного двигуна з утилізацією теплоти відпрацьованих газів тепловим акумулятором і моніторингом теплових параметрів. патент. МПК F01P 3/00. № u201903063; заявл. 28.03.19; опубл. 10.10.19. Бюл. №19.
3. Gritsuk, I., Pohorletskyi, D., Mateichyk, V., Symonenko, R. et al., «Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems)», SAE Technical Paper 2020-01-2031, 2020, doi:10.4271/2020-01-2031.
4. Харітонов Ю.Н. Суднові теплоакumuлюючі комплекси [Електрон. ресурс] / Ю.Н. Харітонов, В.В. Голеншин, А.В. Варшамов // (Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні. VII міжнародна науково-технічна конференція 2012.) – Режим доступу: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/files/lectures/14962.pdf> — 20.10.2025р.
5. Вибір перспективних схем теплоакumuлюючих систем передпускового прогріву двигунів внутрішнього згоряння / О.В. Варшамов, В.В. Голеншин, М.Ю.Харітонів // Наукові праці. Техногенна безпека. Радіобіологія, Випуск 268. Том 280, Миколаївський університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, 2016р. — С. 21–27.
6. Погорлецький Д.С. Особливості застосування систем теплової підготовки для полегшення пуску транспортних двигунів, працюючих на зрідженому газовому паливі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. Херсон: ХДМА, 2017. № 2 (17). С. 181. 192.
7. Забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів. Монографія / І.В. Грицук, В.П. Волков, О.М. Вольська, Т.В. Волкова. Одеса: ОЛДІ+, 2024. 368 с. ISBN 978-966-289-832-3

УДОСКОНАЛЕННЯ КРЕЙЦКОПФНОГО МЕХАНІЗМУ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Величко Т. О.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.т.н., доц., Самарін О. Є.*

Вступ. Запропоноване удосконалення відноситься до галузі машинобудування, а саме до будування двигунів, і може бути застосована у двотактних крейцкопфних дизельних двигунах внутрішнього згоряння.

Відомо крейцкопфний механізм, що містить шарнірно з'єднані шток поршня, шатун і два сектори з гладкими циліндричними поверхнями кочення, а також дві нерухомі, прямолінійні і розташовані одна паралельно іншій напрямні, кожна з яких пов'язана з гладкою циліндричною поверхнею кочення одного з секторів, причому кожен сектор і пов'язана з ним напрямна забезпечені відповідними їх формі зубчастими елементами, виконаними у вигляді зубчастого сектора і зубчастої рейки, діаметрів і поверхонь перекошування [1]. Недоліком цієї конструкції є недостатня довговічність, що пов'язана з прослизанням секторів відносно відповідних напрямних.

Відомо крейцкопфний механізм для двигуна внутрішнього згоряння, який складається з плаваючої поперечки, яка оснащена маховиком і взаємодіючою з нею за допомогою обгінної муфти шестернею, що введена в зачеплення з нерухомою рейкою [2]. Недоліком конструкції є її недостатня довговічність через те, що при використанні погіршуються умови створення масляного клину між поверхнями, що труться, і, як наслідок, зменшується термін придатності підшипників.

Найбільш близьким до пропонованої модернізації є крейцкопфний механізм, що складається з поперечки, до якої прикріплено шток та приєднано шатун і два повзуни, розташовані між лівими і правими напрямними паралелями [3].

Недоліками крейцкопфного механізму є те, що при русі уздовж напрямних паралелей повзуни труться по їх робочих поверхнях. При цьому виникає сила тертя, на подолання якої витрачається значна кількість енергії, що зменшує потужність двигуна. Крім того, існує необхідність постійного нанесення мастила на робочі поверхні повзунів і напрямних паралелей. Усе це приводить до значного збільшення трудомісткості експлуатації та обслуговування двигуна.

Актуальність досліджень. Крейцкопфний механізм працює в умовах підвищених динамічних і термічних навантажень у продовж тривалого часу. При цьому зношення тертьових поверхонь між напрямними паралелями і повзуном призводить до необхідності їх заміни. Це вимагає зупинки двигуна судна та проведення трудомістких операцій по зміні зношених частин і заміні їх на нові, що зменшує ефективність використання судна. Зниження трудомісткості обслуговування суднового дизельного двигуна є актуальною проблемою [3, 4].

Постановка завдання. Поставлено задачу створити такий крейцкопфний механізм, у якому зміна конструкції дозволяє зменшити витрати енергії при роботі двигуна і підвищити його потужність за рахунок заміни тертя між повзунами і напрямними паралелями на кочення, а також спростити систему мащення крейцкопфного механізму і підвищити довговічність.

Рішення задачі. Поставлена задача вирішується тим, що повзуни виконано у вигляді підшипників кочення, а між ними і напрямними паралелями встановлено мінімальний зазор [5].

Виконання повзунів у вигляді підшипників кочення замінює тертя такими ж повзунами і напрямними паралелями на кочення.

Встановлення між повзунами і напрямними паралелями мінімального зазору забезпечує почергове притискання повзунів до лівої напрямної паралелі при робочому такті і до правої напрямної паралелі при зворотному такті, що запобігає затисканню

повзуна між напрямними паралелями [5].

На рис.1а показано крейцкопфний механізм при робочому такті двигуна, на рис. 1б показано крейцкопфний механізм при зворотному такті двигуна.

Крейцкопфний механізм складається з поперечки 1, до якої прикріплено шток 2 та присіднано шатун 3 і два повзуни 4, розташовані між лівими 5 і правими 6 напрямними паралелями. Повзуни 4 виконано у вигляді підшипників кочення, а між ними і напрямними паралелями 5 і 6 встановлено мінімальний зазор.

Крейцкопфний механізм працює наступним чином. При робочому такті сила зі штоку 2 передається на поперечку 1, де вона розділяється на дві складові – нормальну силу і силу, що діє уздовж шатуна 3. Нормальна сила притискає підшипники кочення 4 до лівих напрямних паралелей 5. При цьому підшипники кочення 4 обертаються за годинниковою стрілкою [5].

При зворотному такті сила з шатуна 3 передається на поперечку 1, де вона розділяється на дві складові – нормальну силу і силу, що діє уздовж штоку 2. Нормальна сила притискає підшипники кочення 4 до правих напрямних паралелей 6. При цьому підшипники кочення 4 також обертаються за годинниковою стрілкою.

Таким чином, при кожному такті двигуна повзуни 4, що виконані у вигляді підшипників кочення, обкатуються по напрямних паралелях 5 і 6.

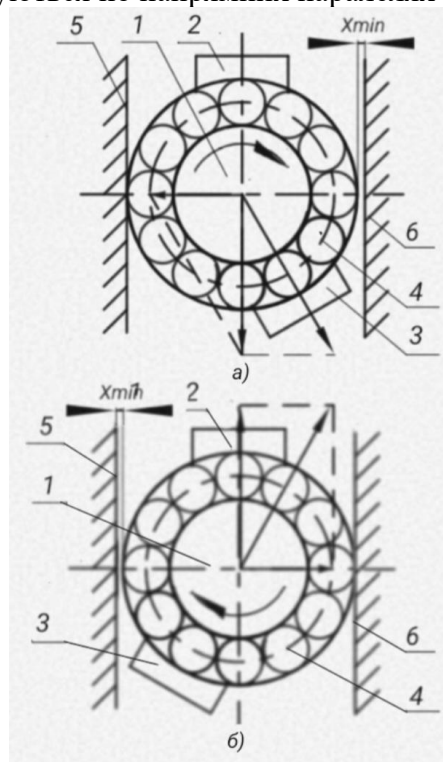


Рисунок 1 — Крейцкопфний механізм суднового малообертового дизеля: а) при робочому такті двигуна, б) при зворотному такті двигуна: 1 — поперечка; 2 — шток; 3 — шатун; 4 — повзуни у вигляді підшипників кочення; 5 — ліва напрямна паралель; 6 — права напрямна паралель

Висновки та рекомендації. Проведення модернізації дозволяє зменшити витрати енергії при роботі двигуна і підвищити його потужність за рахунок заміни тертя між повзунами і напрямними паралелями на кочення.

Крім того, спрощується система мащення крейцкопфного механізму, що знижує трудомісткість її виготовлення та обслуговування.

Модернізація може бути проведена в умовах виробника двигуна і застосована силами машинної команди при виконанні ремонтно-профілактичних робіт на судні.

Запропоноване технічне рішення є універсальним і може бути застосоване на

суднах з двотактними малообертовими дизельними двигунами різної потужності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А.с. СРСР № 1200002 , м. кл. 4F 16C 5/00 А, опубл. 23.12.1985, бюл. 47.
2. А.с. СРСР № 344182 , м.кл. F16C5/00, опубл. 07.VII.1972, бюл. № 21.
3. Возницький І.В., Судові двигуни внутрішнього згоряння, підручник, том 1, 2008, 282с.
4. Mollenhauer K., Tschoeke H. Handbook of Diesel Engines. Heidelberg, Springer, 2010. 636 р.
5. Пат. 159706 Україна, МПК F16C 5/00. Крейцкопфний механізм/ Самарін О.Є., Полив'янчук А.П., Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Петрук Р.В., Полив'янчук Н.М.; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. № u 2024 05706; заявл. 03.12.24; опубл. 25.06.25, Бюл. №26.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ТРАНСПОРТІ

Герасимов Н. Є.

Херсонська державна морська академія

Керівник: к.т.н., доц., Доценко Г. Г

Вступ. Сьогодні ми стоїмо на порозі нової промислової революції, рушійною силою якої є цифрові технології, зокрема штучний інтелект. Однією з найбільш перспективних галузей для застосування ШІ є транспорт.

У сучасному світі, що динамічно змінюється, транспортна індустрія перебуває на порозі революційних змін, керованих розвитком технологій. Штучний інтелект (ШІ) є однією з найважливіших рушійних сил цієї трансформації, що дозволяє зробити перевезення людей і вантажів значно безпечнішими, ефективнішими та екологічнішими. Штучний інтелект кардинально змінює транспортну індустрію, роблячи її ефективнішою, безпечнішою та зручнішою.

Впровадження ШІ охоплює всі сфери — від наземного транспорту до авіації та морських перевезень. Розумні системи допомагають керувати трафіком, оптимізувати маршрути, прогнозувати несправності та навіть створювати повністю автономні транспортні засоби.

Ця стаття розкриває ключові аспекти використання штучного інтелекту в різних видах транспорту, демонструючи, як інноваційні технології вже змінюють наше сьогодення та формують майбутнє. Впровадження ШІ в транспортній системі відкриває нові можливості, трансформуючи управління транспортними потоками, технічне обслуговування автомобілів, суден та поїздів і взаємодію з пасажирями.

Виклад основного матеріалу. Один з найпомітніших прикладів використання штучного інтелекту (ШІ) у транспорті — це автономні автомобілі. Завдяки системам автопілота, заснованим на ШІ, транспортні засоби можуть рухатися самотійно, без участі людини.

Автономні автомобілі використовують набір технологій для аналізу навколишнього середовища та прийняття рішень:

- лідари та радары створюють 3D-мапу, дозволяючи автомобілю «бачити» перешкоди, інші машини та пішоходів.

- Камери, які розпізнають дорожні знаки, розмітку та сигнали світлофорів.

Такі технології значно підвищують безпеку на дорогах, оскільки зменшують Алгоритми машинного навчання аналізують усі ці дані, щоб точно керувати ймовірністю аварій, спричинених людським фактором.

Крім того, системи допомоги водієві (ADAS), що включають адаптивний круїз-контроль та автоматичне екстрене гальмування, роблять керування зручнішим та безпечнішим. Вони попереджають про можливу небезпеку та допомагають уникнути зіткнень [1].

У міських умовах штучний інтелект використовується для оптимізації керування дорожнім рухом. Розумні світлофори, керовані алгоритмами, можуть адаптувати свої цикли роботи в залежності від інтенсивності трафіку, тим самим знижуючи затори та покращуючи потік транспорту.

У розумних міських системах застосовуються такі технології:

- датчики руху, які встановлюються на дорогах і світлофорах для моніторингу інтенсивності трафіку в реальному часі;

- алгоритми оптимізації, які використовуються для аналізу даних з датчиків та адаптації роботи світлофорів для покращення потоків транспорту;

- інформаційні панелі, які повідомляють водіїв про поточну ситуацію на дорогах, пропонуючи альтернативні маршрути.

У залізничному транспорті штучний інтелект відіграє ключову роль у передиктивному обслуговуванні рухомого складу та інфраструктури. Аналіз даних про

стан поїздів та колій дозволяє своєчасно виявляти потенційні проблеми та запобігати поломкам. Це підвищує надійність та безпеку залізничних перевезень.

У залізничному транспорті застосовуються такі технології:

- системи моніторингу стану, які використовуються для контролю стану коліс, рейок та інших компонентів у реальному часі;
- алгоритми передбачення відмов, які аналізують дані про вібрації, температуру та знос, передбачаючи можливі поломки;
- оптимізація розкладу, тобто алгоритми штучного інтелекту допомагають оптимізувати розклад руху поїздів, покращуючи координацію та зменшуючи час очікування на станціях [2].

Крім того, алгоритми штучного інтелекту допомагають оптимізувати розклад руху поїздів, покращуючи координацію та зменшуючи час очікування на станціях. Це особливо важливо для високошвидкісних залізничних систем, де точність розкладу відіграє критичну роль.

В авіаційній промисловості штучний інтелект використовується для оптимізації маршрутів польотів, що дозволяє скоротити час у дорозі і зменшити витрату палива. Аналіз даних про погодні умови, повітряний трафік та інші фактори допомагає пілотам та авіадиспетчерам приймати більш поінформовані рішення.

Приклади технологій в авіації:

- системи прогнозування погоди, тобто системи аналізують дані про погодні умови в реальному часі, пропонуючи оптимальні маршрути;
- управління повітряним рухом, використовуючи алгоритми штучного інтелекту допомагають авіадиспетчерам координувати польоти, знижуючи затримки та покращуючи безпеку;
- предиктивне обслуговування літаків, результати аналізу даних про стан літаків дозволяє своєчасно виявляти та усувати потенційні проблеми з обладнанням [3].

Передиктивне обслуговування літаків, засноване на технологіях штучного інтелекту, дозволяє своєчасно виявляти та усувати потенційні проблеми з обладнанням, підвищуючи безпеку польотів та знижуючи витрати на ремонт та обслуговування.

Штучний інтелект (ШІ) революціонізує морську індустрію, роблячи її безпечнішою, ефективнішою та екологічнішою. ШІ застосовується в різних аспектах, від навігації суден до управління портами, допомагаючи знизити витрати та підвищити надійність перевезень.

На морському транспорті ШІ використовується для оптимізації маршрутів суден. Аналіз даних про погодні умови, стан моря та інші фактори допомагає капітанам суден вибирати найбільш безпечні та ефективні маршрути, скорочуючи час у дорозі та витрату палива.

Однією з особливостей застосування морського штучного інтелекту є оптимізація судноплавних операцій. ШІ може швидко аналізувати дані про погодні умови, продуктивність суден та попит на вантажі, щоб знайти оптимальні маршрути, швидкість та графіки. Це може призвести до економії палива, зниження витрат та більш точного розрахунку часу подачі.

Штучний інтелект для морського судноплавства може також надати цінну інформацію в результаті аналізу даних. Алгоритми ШІ обробляють величезні обсяги даних із різних джерел для виявлення особливостей та особливостей, що призводить до прийняття більш обґрунтованих бізнес-рішень. Він також надає інформацію про завантаженість портів, час транзиту та тривалість суднозаходів, що підвищує важливість ефективності судноплавних операцій і може допомогти менеджерам з логістики враховувати затримки та знизити витрати.

Компанія Windward, лідер у галузі відстеження морських перевезень, розробила рішення Maritime AI™, щоб надати вантажовідправникам та іншим ключовим учасникам екосистеми новітні аналітичні дані та інформацію на основі ШІ [4].

Приклади використання ШІ технологій на морському транспорті:

- системи навігації, які аналізують дані про погодні умови та стан моря, пропонуючи оптимальні маршрути для суден;
- автоматичне управління портами, використовуючи штучний інтелект допомагає координувати розвантаження та навантаження суден, скорочуючи час простою та підвищуючи загальну ефективність портових операцій;
- моніторинг стану суден, системи штучного інтелекту аналізують дані про технічний стан суден, попереджаючи про можливі поломки та оптимізуючи їх технічне обслуговування.

ШІ використовується для прогнозування технічних несправностей суднових систем [5]. Сенсори, які встановлені на судах збирають дані про роботу двигунів, насосів та іншого обладнання. ШІ-системи аналізують ці дані, щоб виявляти аномалії та потенційні проблеми на ранній стадії, а також прогнозувати час виходу з ладу компонентів.

Такий підхід дозволяє переходити від реактивного до проактивного обслуговування, запобігаючи серйозним поломкам, що могли б призвести до тривалих простоїв або аварій.

Для оцінки технічного стану об'єкта до вектора X_k можуть бути включені різні фізичні параметри, які можуть бути пов'язані з такими показниками, як:

- Температура окремих вузлів ($T_1, T_2, \dots$), якщо об'єкт має кілька температурних зон, то кожна температура може бути окремою компонентою. Їхній взаємозв'язок може бути заданий у вигляді матриці A через теплопровідність або конвекцію між вузлами.
- Тиск у системі (P) може бути одним компонентом. Його динаміка може залежати від об'єму, температури (закон ідеального газу) або потоку, що відображається в матриці A .
- Рівень вібрації (v). Зазвичай, крім самої величини вібрації, включають такі показники, як її швидкість та/або прискорення, щоб повністю описати динаміку:

$$X_k = \begin{bmatrix} \text{вібрація}_k \\ \text{швидкість вібрації}_k \\ \text{прискорення вібрації}_k \end{bmatrix}$$

Ці компоненти за своєю природою пов'язані через диференціювання або інтегрування, і це буде відображено у структурі матриці A .

- Швидкість обертання (ω) може бути однією компонентою, а її похідна (кутове прискорення) може бути іншою, якщо це важливо для динаміки:

$$X_k = \begin{bmatrix} \text{швидкість обертання}_k \\ \text{кутове прискорення}_k \end{bmatrix}$$

- Електричні параметри (струм I , напруга U , опір R), наприклад, для акумуляторної батареї:

$$X_k = \begin{bmatrix} \text{заряд батареї (SOC)}_k \\ \text{напруга розімкнутого ланцюга (OCV)}_k \end{bmatrix}$$

Ці параметри пов'язані з електрохімічними моделями.

- Параметри, що характеризують зношування (товщина шару, зазор, та інші):

$$X_k = \begin{bmatrix} \text{поточна товщина}_k \\ \text{швидкість зносу}_k \end{bmatrix}$$

Тут швидкість зносу впливає на зміну товщини, що буде враховано в матриці A .

Вектор оцінки технічного стану об'єкта X_k об'єднує всі фізичні параметри, що характеризують технічний стан об'єкта, які описані вище:

$$X_k = [T_1, T_2, \dots, P, v, a_v, \omega, \epsilon, I, U, R, \delta, S_\delta]^T$$

де $T_1, T_2, \dots$ — температури окремих вузлів;

P — тиск у системі;

v, a_v — рівень та прискорення вібрації;

ω, ϵ — швидкість та кутове прискорення обертання;

I, U, R — електричні параметри (струм, напруга, опір);

δ, S_δ — параметри зносу (товщина шару та швидкість її зміни).

Матриця A є матрицею переходу, яка показує, як кожний параметр вектора X_k впливає на зміну іншого параметра. Кожен елемент A_{ij} показує, як j -й параметр впливає на i -й.

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix}$$

де n — кількість параметрів у векторі X_k .

Матриця A для конкретного об'єкта може бути заповнена числовими значеннями після аналізу його фізичних властивостей, конструкції та робочих умов. Вона є ключовим компонентом для побудови моделі технічного стану об'єкта.

Автоматичне управління портами з використанням штучного інтелекту покращує координацію розвантаження та навантаження суден, скорочуючи час простою та підвищуючи загальну ефективність портових операцій.

У логістиці штучний інтелект допомагає оптимізувати маршрути доставки вантажів, що скорочує витрати та час у дорозі. Аналіз даних про трафік, погодні умови та інші фактори дозволяє логістичним компаніям розробляти найефективніші маршрути.

Автономні судна (безекіпажні), що використовують ШІ, можуть рухатися без екіпажу, що значно знижує ризик людської помилки та операційні витрати.

Безекіпажні судна, або автономні надводні кораблі (MASS), — це морські судна, що повністю або частково працюють без втручання людини на борту. Вони керуються за допомогою складних систем на основі штучного інтелекту (ШІ), що робить морські перевезення безпечнішими, ефективнішими та екологічнішими.

ШІ в безекіпажних суднах виконує функції, які зазвичай виконує екіпаж:

- Сприйняття навколишнього середовища: Судна оснащені різноманітними сенсорами, як-от радары, лідари та камери, які збирають дані про рух інших суден, погодні умови, наявність айсбергів чи рифів. Ці дані постійно аналізуються ШІ-системою.
- Прийняття рішень: Завдяки алгоритмам машинного навчання ШІ може самостійно обирати оптимальний курс, розраховувати швидкість та уникати зіткнень. Наприклад, система може визначити, що певний маршрут є небезпечним через шторм, і автоматично прокласти новий.
- Управління судном: ШІ керує двигунами, кермом та іншим обладнанням судна, забезпечуючи точне виконання навігаційних команд.

Хоча технологія все ще розвивається, безекіпажні судна вже проходять випробування та мають великий потенціал для трансформації світового морського транспорту [6].

Приклади технологій у логістиці та вантажоперевезеннях:

- Оптимізація маршрутів: Алгоритми штучного інтелекту аналізують дані про трафік та погоду, пропонуючи оптимальні маршрути для доставки вантажів;
- Управління складом: Роботи, керовані штучним інтелектом, можуть сортувати та зберігати товари, підвищуючи ефективність складських операцій;
- Предиктивна аналітика: Використовується для прогнозування попиту та оптимізації запасів, знижуючи витрати на зберігання.

Також штучний інтелект використовується для автоматизації керування складами. Роботи, які керовані штучним інтелектом, можуть сортувати та зберігати товари, підвищуючи ефективність складських операцій та знижуючи витрати на робочу силу. [4].

ШІ допомагає оптимізувати логістичні процеси. Алгоритми машинного навчання можуть:

- Розраховувати оптимальні маршрути, враховуючи ціни на паливо, погоду, розклад портів та інші фактори. Це дозволяє скоротити час у дорозі та зменшити викиди

CO₂.

- Прогнозувати затримки та ймовірні проблеми в портах, що дає змогу завчасно коригувати графіки.
- Керувати вантажами, відстежуючи їхній стан і запобігаючи втратам.

Це підвищує ефективність усього логістичного ланцюга та забезпечує своєчасну доставку товарів.

Застосування ШІ робить морський транспорт більш інтелектуальним та надійним, що є ключовим для глобальної торгівлі. У майбутньому очікується ще більшого розвитку та впровадження штучного інтелекту в транспортну індустрію, що принесе додаткові переваги та поліпшення.

Системи штучного інтелекту навчаються на основі одержаних даних, тому вкрай важливо забезпечити точність, достовірність та репрезентативність даних для розв'язування поставленого завдання. Перевірка якості даних необхідна для забезпечення їх чистоти, узгодженості та відсутності помилок та упередженості.

Висновки. Штучний інтелект вже не є технологією майбутнього, а активно впроваджується в усі сфери транспорту. Застосування штучного інтелекту в транспортній галузі є незворотнім і багатогранним процесом, який охоплює всі її сфери. Від автономних автомобілів і розумних світлофорів до предиктивного обслуговування залізниць та літаків, ШІ значно підвищує безпеку, оптимізує логістику та знижує негативний вплив на довкілля.

Технології ШІ у морському транспорті та логістиці вже дозволяють автоматизувати порти, оптимізувати маршрути та навіть керувати безкіпажними суднами. Хоча на цьому шляху все ще є виклики, пов'язані з регулюванням, кібербезпекою та етичними питаннями, потенціал ШІ для створення безпечнішої, ефективнішої та сталішої транспортної системи є величезним. Подальший розвиток технологій ШІ обіцяє ще глибшу інтеграцію, що зробить транспортну мережу повністю інтелектуальною та автоматизованою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вітрук Б. Аналіз сучасного стану інтелектуальних транспортних систем / Б. Вітрук // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції учених та студентів «Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства», 7–8 грудня 2023 року. — Т.: ТНТУ, 2023. — С. 172–173.

2. Besinovich, N., et al. (2022) Artificial Intelligence in Railway Transport: Taxonomy, Regulations, and Applications. In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 23, no. 9, pp. 14011-14024, doi: 10.1109/TITS.2021.313163

3. Штучний інтелект у транспортній інфраструктурі: застереження для України. URL : <https://www.sea.com.ua/ua/news/iskusstvennyj-intellekt-v-transportnoj-infrastrukture-predosterezenie-dla-ukrainy/?srsid=AfmBOopRuwHxdZXLycEAUUA6jA963XFc6Po0T08pMYF03xGSSVpBJYyJw>

4. The Maritime Lexicon. URL : https://windward-ai.translate.google/glossary/what-is-maritime-ai/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=rq#:~:text=Maritime%20AI%E2%84%A2%20combines%20machine,delays%20and%20offe

5. Подшипники и промышленное оборудование. URL : <https://bergab.ru/newsrss/feed040820.shtml?srsid=AfmBOoo0AqcxDSVbMOSTVHKqCMwDHsG4ytu7j9ur2cv8oI-dPo9PL9EY>

6. Rutkowski, L., Korytkowski, M., Scherer, R., Tadeusiewicz, R., Zadeh, L., Zurada, J. (eds) Artificial Intelligence and Soft Computing. ICAISC 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10245. Springer, Cham.

РЕСУРСИ БІОПАЛИВА УКРАЇНИ ТА МОЖЛИВОСТІ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В СУДНОВІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

Гордієнко Ю. В., Шульга В. В.

Херсонська державна морська академія

Наукові керівники: ст.в. Алексенко В.Л., Фостик П.П.

Вступ. Наразі людство підійшло до розуміння ощадливого використання наявних енергоресурсів та необхідності запобігання викидів вуглекислого газу в атмосферу, як до гарантії збереження власного існування. Але запорукою розвитку будь-якої держави є її енергозабезпеченість, тому розвиток так званої «зеленої енергетики» — найбільш затребуваний тренд сучасності. Відновлювані джерела енергії (ВДЕ) є ключем до декарбонізації. Очевидно, що не обмине використання ВДЕ і суднову енергетику, але їх впровадження обмежене інтермітентністю — нерегулярністю вироблення енергії через залежність від природних факторів (сонце, вітер, та ін.), високими витратами та інфраструктурними бар'єрами. Енергосистеми ВДЕ вимагають зберігання і резервів, а для використання на судах — гібридних або альтернативних рішень, таких як біопаливо, щоб забезпечити стабільність і дальність рейсів. Високою також є ціна модернізації суден, при встановленні ВДЕ (до 20% вартості судна). Історія експлуатації газогенераторних суден, таких як шведські патрульні катери та траулери 1940–1945 років, що використовували деревину, показала досить високий потенціал біомаси. Сучасні проекти, включаючи газогенераторні судна на пелетах (NYK Line, Драг — спільний японо-британський проект [1]), обіцяють зниження викидів CO₂ на 22% та вирішення проблеми зберігання палива, але вимагають інвестицій у газифікатори та логістику. Газоходи на твердому паливі є перспективним кроком до цілей ІМО щодо зниження викидів на 50% до 2050 року.

Україна має значні ресурси біопалива, зокрема у Херсонській області (включаючи дельту Дніпра). Біопаливо в Україні (біоетанол, біодизель, біогаз, біомаса) стає одним із важливих елементів енергетичної безпеки, особливо після 2022 року. Країна має значний потенціал завдяки аграрному сектору: широке вирощування зернових та олійних культур, залишки (солома, стебла) та відходи овочівництва, садівництва, городництва та ін. За оцінками 2023–2025 років, загальний потенціал біопалива — 23 млн т н.е./рік, з орієнтацією на біомасу (44% від рослинних решток) та енергетичні культури (32%). До 2050 року виробництво може досягти 25,4 млн. т н.е., з домінуванням просунутих видів біопалива (біогаз, біометан). Оцінки потенціалу України [2–8] з різних видів біопалива на період до 2050 року представлені в табл. 1.

Таблиця 1 — Загальний потенціал України за типами біопалива

Тип біопалива	Потенціал 2023 р.	Перспективи к 2050 р.	Основні джерела
Біоетанол	590 тис. т н.е./рік	278 тис. т (попит)	Зерно (кукурудза), відходи
Біодизель	310 тис. т н.е./рік (14 заводів, 300 тис. т/рік)	431 тис. т (попит)	Рапс, соняшник
Біогаз/ біометан	8,16 млн т н.е./год (25% для транспорту)	4,7 млн т н.е./рік	Відходи тваринництва, силос, солома
Тверда біомаса	10 млн т н.е./год (солома, стебла)	7,5 млн т н.е. (енергокультури)	Відходи переробки лісу та агрокультур

З 2025 року введено обов'язкове змішування 5% біопалива в бензин, що стимулює ринок (попит на біоетанол складає 125–278 тис. т, біодизель — 196–431 тис. т до 2031 року). UNECE та FAO оцінюють потенціал біогазу у 8,16 млн т н.е./рік, з яких 25% для

транспорту.

Війна знизила експорт сировини, але стимулювала внутрішнє виробництво [8] (наприклад, ефективно працює завод Gals Agro по випуску біометану). За різними оцінками Україна має потенціал вироблення біогазу до 2,6 млрд м³ на рік.

Особливу позицію з цього питання займає Херсонська область — аграрний центр півдня України (площа 28,5 тис. км², населення ~1 млн), з орієнтацією на вирощування зерна, соняшнику, овочів, баштанних культур, фруктів, винограду. Біопаливний потенціал області високий за рахунок рослинних залишків та іригації (Дніпро). Хоча через військові дії та підлив Каховської ГЕС (2023 року) екологічні збитки області перевищили 782 мільярди гривень, що природньо знизило врожайність на 20–30% [10–12], але ресурсний потенціал біопалива залишається одним найбільших в Україні.

Основні ресурси та можливості: солома зернових (до 270 тис. т/рік для біомаси), ріпак для біодизелю, відходи: рослинництва, садівництва, тваринництва, рибальства для біогазу, водорості. Потенціал біомаси Херсонщини складає 5–7% від національного. Недоліком є відсутність великих біопаливних заводів (на відміну від Хмельницької області, де будують станцію 130 МВт на базі соломи).

Окремим унікальним ресурсом Херсонщини є дельта (понижся) Дніпра. У Херсонській області площа дельти близько 350 км² — це складна система проток, рукавів, островів, озер, боліт які частинами входять в Нижньодніпровський природний парк і Чорноморський біосферний заповідник. Територія багата на органіку, проте господарська діяльність тут орієнтована на екологію, а не енергетику. Повінь 2023 року посилила ерозію, але суттєво збільшила біомасу (тростина, водорості), регулювання якої в екологічних цілях, теж може бути суттєвим джерелом виробництва біоенергії.

Перспективною позицією є очерет — до 20 т/га біомаси (для газифікаторів) та інші водості. Цікавим може стати вирощування енергокультур на осушених землях, зокрема міскантусу. Потенціал біогазу — 0,5–1 млн м³/рік.

Зважаючи на викладене, можна зробити висновок, що Херсонська область — вкрай перспективний регіон для розвитку відновлювальної енергетики, яка стимулюватиме виробництво продовольства та впровадження пілотних проектів біогазових установок відповідно до рекомендацій FAO (проекти з біомаси). Державна підтримка розвитку галузі виробництва біопалива сприятиме не тільки повоєнному відновленню Херсонщини, але й забезпеченню продовольчої та енергетичної безпеки всієї держави та прискореній інтеграції України до Європейського Союзу.

Пропозиції. На наш погляд, доцільно внести зміни до Стратегії національного розвитку України до 2030 року, виділивши окремим розділом розвиток відновлюваної енергетики та виготовлення біопалива з використанням місцевих ресурсів. Особливої уваги потребують використання ВДЕ для відновлення та вдосконалення логістики. Тому для Херсонщини вкрай актуальним буде пілотний проєкт з проєктування та будівництва маломірних газогенераторних суден з удосконаленими енергетичними установками. Вказані заходи сприятимуть не тільки енергетичній безпеці держави, але й розвитку судноплавства, вантажних та пасажирських перевезень, відновленню рекреаційних зон на базі дачних кооперативів, які мають значний потенціал продовольчої безпеки, оздоровлення, розвитку зеленого туризму та інших галузей, де використання ВДЕ ефективно для відновлення та вдосконалення.

Енергетичні установки транспортних засобів із газогенераторами на твердому паливі. Відомі стаціонарні та мобільні енергетичні установки, в яких механічна енергія виробляється поршневими ДВЗ, паливом для яких служить синтез-газ, що отримується з твердих вуглеводневих палив у газогенераторах [1, 13, 14].

Перевагами таких енергетичних установок є:

– можливість використовувати широкий асортимент відновлюваних та не відновлюваних відносно дешевих видів місцевого твердого палива: відходів лісової та деревообробної промисловості, сільського господарства, очерету, кам'яного вугілля та

відходів його збагачення (шламу), торфу та ін.;

- спільне виробництво електроенергії та тепла;
- можливість наблизити їх до споживача;
- суттєво скоротити протяжність електричних мереж;
- продукти згоряння (зола) зазвичай можуть бути використані як мінеральні добрива, або сировина для виробництва будівельних матеріалів.

Недоліками:

- відносно мала гранична потужність;
- недостатня маневреність потужністю, що утруднює одиничному агрегату забезпечувати пікові навантаження;
- низький коефіцієнт корисної дії (ККД) поршневих двигунів працюючих за циклом Отто (20 – 25%);
- для підвищення ККД до 40–45% необхідно конвертувати на газ ДВЗ, що працюють за циклом Трінклера, включаючи у витрату до 20% дизельного палива;
- проблеми переведення тільки на генераторний газ сучасних ДВС, що працюють за циклом Трінклера;
- низька питома потужність поршневих ДВС від 2 кВт на 1 кг маси у малопотужних швидкохідних до 0,2 кВт / кг у потужних тихохідних судових;
- необхідність грубого та тонкого очищення генераторного газу для зменшення зносу;
- необхідність охолодження генераторного газу з метою підвищення ККД ДВЗ;
- обмежений моторесурс;
- підвищена токсичність вихлопних газів;
- підвищена витрата масла.

Цікавим прикладом з цього питання слугує японський проект BIOSHIP (biomass-fueled ship – судно на біомасі) зі створення першого у світі сучасного судна, що повністю працює на біомасі (деревні пелети), з метою декарбонізації морських перевезень, особливо ланцюжків постачання біомаси до Японії. Проект фокусується на розробці технології onboard biomass fuel plant (бортова установка на біопаливі) для виробництва синтезу-газу (syngas) з біомаси, який живить двигуни внутрішнього згоряння. Проект знаходиться у стадії досліджень та моделювання з інтеграцією у суміжні ініціативи з next-generation vessels (суден наступного покоління). Головне судно планується збудувати до кінця 2029 року.

Запропонована у проекті BIOSHIP суднова енергетична установка працює за схемою: біомаса → газифікатор → синтез-газ → очищення → газовий двигун → електрогенератор → електродвигун гвинта.

Конкретна конфігурація енергетичної установки BIOSHIP:

– Тип двигуна: в установці BIOSHIP синтез-газ, вироблений газифікатором, подається в газовий двигун внутрішнього згоряння (reciprocating gas engine), спеціально адаптований для низькокалорійного газу (теплотворність 4–6 МДж/м³). Такі двигуни — це модифіковані версії поршневих двигунів, здатних працювати на суміші CO, H₂ та CH₄. Приклади: двигуни Wärtsilä або MAN Energy Solutions, оптимізовані для біогазу або синтез-газу.

– Функція: газовий двигун приводить у дію електрогенератор, що виробляє електроенергію (потужність 5–20 МВт, залежно від розмірів судна). Ця енергія живить електродвигуни гребних гвинтів (електропривод) та бортові системи, тобто проект BIOSHIP слід класифікувати як *газoeлектрохід*.

Переваги проекту:

1. Використання в якості палива відновлюваних джерел енергії (деревні пелети).
2. Декарбонізація морських перевезень, особливо постачання енергетичної біомаси на великі відстані.
3. Підвищена порівняно з тихохідними дизелями, що працюють безпосередньо на

гвинт маневреність (швидкий реверс).

4. Відносно високий ККД на низькокалорійному газі: газові двигуни краще адаптовані для синтез-газу з біомаси, тому що їх конструкція менш чутлива до домішок та низької теплотворності.

5. Можливий двопаливний режим, де двигун перемикається на дизель або біодизель при перебоях із газом.

6. Відносно проста конструкція.

7. Менша чутливість до вібрацій та експлуатації в умовах моря.

8. Ресурс двигуна — 50–100 тис. годин при правильному очищенні газу.

9. Компактність: для потужностей 5–20 МВт двигуни займають менше місця, ніж турбіни, хоча газифікатор додає об'єм.

Недоліки:

1. Чутливість до якості газу: синтез-газ вимагає ретельного очищення від смол і золи (видалення >99% домішок), інакше знос поршнів та клапанів прискорюється.

2. Газифікатор та система очищення збільшують вагу та складність установки (10–15% обсягу машинного відділення).

3. Менша потужність: обмеження великих суден (наприклад, capesize >100 МВт), де турбіни ефективніші.

4. Проблеми експлуатації на високоманеврених суднах.

Метою розробки є технічне завдання вдосконалення суднової енергетичної установки [1]:

– мінімізації потреб у маневруванні потужністю газогенераторів та ДВЗ з електрогенераторами;

– підвищення маневреності потужністю всієї енергетичної установки за рахунок включення до її складу акумуляторів з високим ККД і великою питомою ємністю;

– підвищення загального ККД енергетичної установки;

– поліпшення динамічного балансування всього комплексу агрегатів;

– збільшення моторесурсу.

Поставлене завдання вдосконалення енергетичної установки судна, що включає: один або кілька газогенераторів, які працюють на твердому паливі, пристрої підготовки газу (очищення та охолодження), газові двигуни, що використовують в якості палива генераторний газ, електричні генератори які вони крутять, що живлять двигуни приводу рушіїв, вирішується за рахунок того, що установка працює у режимі відповідному середньому споживанню, а надлишок електроенергії витрачається для живлення додаткових електричних машин, які працюють в режимі двигунів, що розкручують маховичні акумулятори, які при споживанні вище середнього віддають механічну енергію електричним машинам, що переходять у режим електричних генераторів, які підживлюють через перетворювачі електродвигуни приводу рушіїв та інші суднові пристрої і потреби. Принципова схема енергетичної установки зображена на рис. 1. Працює установка в такий спосіб.

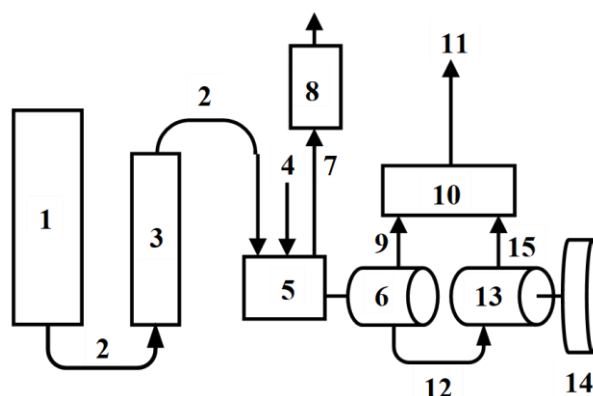


Рисунок 1 — Принципова схема енергетичної установки судна газоелектроходу

Вироблений газогенераторами 1 газ 2 подається на пристрої підготовки газу 3 (фільтри грубої та тонкої очистки, холодильники) і з атмосферним повітрям 4 в ДВЗ 5 які обертають генератори електроенергії 6. Відпрацьовані гази 7 утилізуються економайзером 8 або викидаються в атмосферу. Частина електроенергії 9, що виробляється генераторами 6 через перетворювачі 10 надходить на двигуни приводу рушіїв і суднові потреби 11. Інша частина електроенергії 12 споживається електричними машинами 13 працюючими в режимі двигунів що розкручують маховичні накопичувачі 14 (акумулятори механічної енергії). При підвищеному споживанні енергії електричні машини 13 переходять у режим генераторів, які подають електроенергію 15 на перетворювачі 10 і у подальшому на споживання 11.

Перевагами запропонованої суднової енергетичної установки є:

- можливість зниження потужності газогенераторів, пристроїв підготовки газу, ДВЗ та електричних генераторів до середньої за деякий виробничий цикл, наприклад, за зміну або добу;

- зниження питомої витрати палива;
- висока мобільність реагування на пікові навантаження;
- підвищується загальний ККД енергетичної установки (з урахуванням малих втрат у сучасних маховичних накопичувачах);

- покращується динамічне балансування ДВЗ;

- збільшується моторесурс;

- знижуються вібрація та шум;

- покращуються показники екологічних параметрів;

- виникає можливість використання гіроскопічного ефекту маховичних накопичувачів для заспокоєння хитавиці на хвилюванні.

- можливість використання газоелектроходів у субполярних малонаселених регіонах як плавучі електростанції при відстої в міжнавігаційний період на віддалених базах і населених пунктах, які зазвичай мають значні обсяги деревних відходів. З початком навігації та зменшенням навантаження на їх енергетику ці судна одразу можуть прийняти до відправлення місцеві вантажі.

Висновки. Розглянуті перспективи розвитку відновлювальних джерел енергії та широкого впровадження проектів біогазових установок відповідно до рекомендацій FAO (проекти з біомаси) в Україні і енергетичні установки транспортних засобів із газогенераторами на твердому паливі. Відзначено, що Херсонська область — цілком перспективний регіон для розвитку «зеленої енергетики», яка вносить мультиплікаційний ефект у розвиток виробництва продовольства та широкого впровадження ВДЕ в логістику. Державна підтримка розвитку галузі виробництва біопалива сприятиме не тільки повоєнному відновленню Херсонщини, але й забезпеченню продовольчої та енергетичної безпеки всієї держави та прискореній інтеграції України до Європейського Союзу.

Запропонований проєкт енергетичної установки судна газоелектроходу який порівняно з відомими технічними рішеннями, має суттєві відмінності, а отримання позитивного ефекту обумовлено сукупністю властивостей об'єднаних у ній агрегатів та режимів їх роботи. Тому може бути використаний в якості пілотного проєкту з проєктування та будівництва маломірних газогенераторних суден з удосконаленими енергетичними установками. Вказані заходи сприятимуть розвитку стратегічних галузей економіки України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. BIOSHIP (biomass-fueled ship — судно на біомасі) URL: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=BIOSHIP+%28biomass-fueled+ship%29>

2. Оцінка потенціалу стійкої лігноцелюлозної сировини в Україні та перспективних шляхів її переробки, включаючи рекомендації щодо зміцнення ринку біомаси URL: <https://www.s2biom.eu/images/Publications/S2biom---T932---SCS-Ukraine---report.pdf>

3. UABIO Рідке біопаливо. URL: <https://uabio.org/en/liquid-biofuels/> (
4. Біоенергетика — Відновлювані джерела енергії України. URL: <https://www.renewables4ukraine.org/bio/>
5. Перетворення сільського господарства на енергетику: розкриття біоенергетичного потенціалу України для стійкого відновлення після конфлікту. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/5/1212>
6. Розкриття потенціалу: ключові фактори, що формують ринок рідкого біопалива в Україні. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11617215/>
7. Ринок біопалива: потенціал. URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-06/UNECE_RES_Bio_Report_UA_Final.pdf
8. Проект «Українська воднева долина». URL: https://ec.europa.eu/regional_policy/rest/cms/upload/26092020_035002_green_hydrogen_ukraine.pdf
9. В Україні почав працювати перший біометановий завод «Галс Агро». URL: <https://greentransform.org.ua/v-ukrayini-pochav-pratsyuvaty-pershyj-biometanovyj-zavod/>
10. Екологічні наслідки вибуху Каховської гідроелектростанції для біорізноманіття Дніпра. URL: https://www.researchgate.net/publication/377060148_Environmental_Consequences_of_the_Explosion_of_the_Kahovsky_Hydroelectric_Plant_on_Biodiversity
11. Токсична спадщина Каховського водосховища. URL: <https://uwecworkgroup.info/the-toxic-legacy-of-the-kakhovka-reservoir/>
12. Поки що рано говорити про те, якими будуть довгострокові наслідки катастрофи на Каховській ГЕС для природи та економіки. URL: <https://meduza.io/feature/2023/06/08/dapoka-rano-govorit-o-tom-kakimi-budut-dolgosrochnye-posledstviya-katastrofy-na-kahovskoy-ges-dlya-prirody-i-ekonomiki-no-pervye-otsenki-uzhe-est>
13. Газогенераторна електростанція на біомасі 5 кВт. URL: <https://windkraft.com.ua/product/gazogeneratornaja-elektrostancija-na-biomasse-5-kvt/>
14. Cars That Run on Firewood (автомобілі, що працюють на дровах.). URL: <https://www.amusingplanet.com/2022/02/wood-gas-vehicles-cars-that-run-on.html>

РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ОЧИЩЕННЯ ПАЛИВА В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB

Діденко В. О.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: к.т.н, доц., Врублевський Р.Є.

Вступ. Система MATLAB розроблена і постійно оновлюється компанією MathWorks Inc. (США), є однією з найбільш відомих систем комп'ютерної математики. До цієї системи прийнято відносити спеціалізовані комп'ютерні програми, що призначені для вирішення широкого класу задач. Система MATLAB дозволяє вирішувати, окремі класи задач, які мають дуже умовне відношення до класичної математики, оскільки є вузькоспеціалізованою областю прикладних та наукових досліджень. Операції з нечіткою логікою в пакеті MATLAB дозволяють виконувати модуль Fuzzy Logic Toolbox. Цей модуль дасть можливість створити систему нечіткого висновку для модуля прогнозування результату обробки палива у рамках середовища MATLAB. Аналіз сучасних програмних засобів показав, що найбільш оптимальним програмним рішенням для реалізації інформаційної системи контролю очищення палива є використання пакета MATLAB.

Основна частина. Реалізація інформаційної системи контролю очищення палива передбачає взаємодію комплексу програмних і апаратних засобів: модуля оптимізації і прогнозування в середовищі MATLAB, модуля зчитування спрацювань очищення автоматичного фільтра на базі мікропроцесора, автоматичний фільтр. Кожен з модулів інформаційної системи контролю очищення палива виконує свою функцію. У модулі оптимізації і прогнозування на основі середовища MATLAB робиться прогнозування результату очищення палива за допомогою нечітких нейронних мереж на основі комплексу Fuzzy Logic Toolbox. Модуль управління обробкою палива на базі мікропроцесора і апаратних засобів задає режими очищення палива для елементів установки очищення палива, що управляють. Схема реалізації інформаційної системи контролю очищення палива зображена на рисунку 1 [1].



Рисунок 1 — Схема реалізації інформаційної системи контролю очищення палива

Фахівці з найрізноманітніших галузей науки, техніки ефективно використовують систему MATLAB та пов'язані з нею методики моделювання та процедури виконання чисельних розрахунків. Система MATLAB містить спеціальні засоби нечіткого моделювання, дозволяє виконувати дослідження із застосування та розробки нечітких моделей. Саме з цих причин система MATLAB була вибрана нами в якості одного з програмних засобів, у рамках якого можна реалізувати інформаційну систему контролю очищення палива [1, 2, 3].

Система MATLAB складається з базової програми та декількох десятків пакетів розширення, які забезпечують широкий діапазон вирішуваних завдань. Інтеграція цих

засобів в єдиному робочому середовищі забезпечує необхідну гнучкість використання різноманітних вбудованих функцій. Ці функції реалізують різні обчислювальні алгоритми та математичні процедури [4, 5].

Для вирішення поставленого завдання нами будуть використовуватися такі модулі MATLAB:

- блок прогнозування результату на основі нечітких нейронних мереж систему контролю очищення палива реалізовуємо за допомогою пакета Fuzzy Logic Toolbox.

Реалізація нейро-нечіткої мережі (ННМ) прогнозування результату очищення палива в середовищі MATLAB робилася за схемою (рисунок 2).

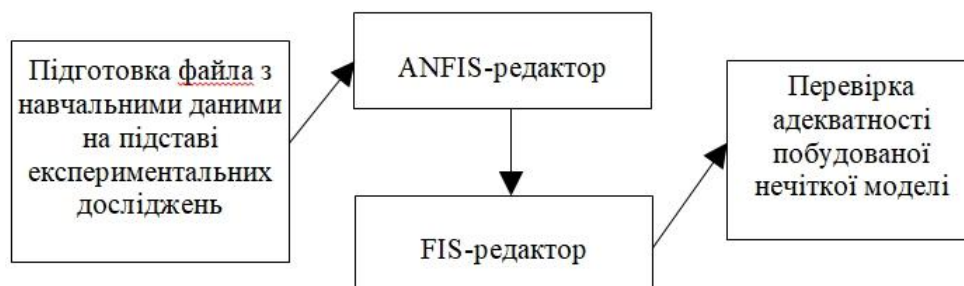


Рисунок 2 — Схема реалізації нейро-нечіткої мережі прогнозування результату очищення палива в середовищі MATLAB

Прогнозування результату очищення палива реалізовувалася за допомогою спеціального графічного редактора ANFIS у модулі Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB.

Редактор ANFIS дозволив: завантажити та створити модель, візуалізувати її структуру, виконати її навчання, налаштувати і змінити її параметри, а також використати налагоджену мережу при отриманні результатів (залишкової намагніченості оброблюваного інструменту).

Графічний інтерфейс редактора ANFIS викликається з командного рядка функцією `anfisedit`.

Вікно візуалізації даних займає основну частину графічного інтерфейсу, що розташований нижче головного меню. [5].

Для створення гібридної мережі прогнозування результату очищення палива були завантажені дані, які були отримані під час експерименту. З цією метою був створений файл з початковими даними за допомогою редактора електронних таблиць MS Excel.

Генерація (кнопка Generate FIS) структури нечіткого виведення FIS (Сугено) здійснюється після завантаження файлу початкових даних з диска комп'ютера з розширенням *.dat. Також у цьому діалоговому вікні можна вибрати необхідну функцію приналежності.

За допомогою змодельованої системи управління в середовищі пакета MATLAB визначалося, яка функція приналежності даватиме найменшу погрішність прогнозування. Для цього в даному вікні вибиратимемо наявні функції приналежності та генеруватимемо СНВ. Обирається така функція приналежності для якої буде мінімальна погрішність змодельованої залишкової намагніченості від отриманої при експерименті.

За результатами дослідження завдяки прогнозуванню вмісту алюмосилікатів в паливі системою MATLAB було визначено, що найменша помилка прогнозування при застосуванні трикутної функції приналежності.

Враховуючи результати дослідження, надалі використовується трикутна функція приналежності.

Структура отриманої в результаті системи нечіткого виведення FIS відображається в окремому вікні.

У подальшому налаштуванні параметрів побудованої та навченої ННМ прогнозування результату очищення палива, виконувалось за допомогою графічних засобів пакета Fuzzy Logic Toolbox. Вікно редактора відображає структуру розробленої ННМ, яка складається з п'яти вхідних величин – параметрів очищення палива, та однієї вихідної величини – кількості алюмосилікатів.

У середовищі MATLAB були використані: редактор функцій приналежності системи нечіткого виводу, редактор правил системи нечіткого виводу, програма перегляду правил системи нечіткого виводу, програма перегляду поверхні системи нечіткого виводу.

Висновок. Аналізуючи результат можливо зробити висновок, що розроблена та змодельована нами ННМ прогнозування результату очищення палива цілком адекватна та може бути використана для контролю за очищенням палива на морських судах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Christoph W. Uberhuber, Stefan Katzenbeisser, Dirk Praetorius. MATLAB 7: Eine Einfuhrung (German Edition). Springer, 2004. 309 с.
2. Alexander Gegov. Fuzzy Networks for Complex Systems: A Modular Rule Base Approach. University of Portsmouth, 2010.
3. Elmer P. Dadios. Fuzzy Logic - Algorithms, Techniques and Implementations. InTech, 2012. 293 с.
4. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide, Version 2.1 The MathWorks, Inc., 2001.
5. Information integration for Concurrent Engineering (IICE). IDEF5 Method Report., Knowledge Based Systems, Inc. University Drive East, College Station, Texas, 1994.

АНТИКОРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ МОРСЬКИХ СУДЕН: СВІТОВИЙ НАУКОВИЙ ДОСВІД

Журавель Н. І.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: к.т.н., доц. Дощенко Г. Г.

Вступ. Комплексний захист кораблів і суден від корозії є загальносвітовою проблемою, і пошуку шляхів її вирішення приділяється велика увага. Вченими різних країн проводиться значний обсяг наукових досліджень у цьому напрямі. Результати цих досліджень, як правило, публікуються в англomовних наукових виданнях, що обмежує можливість широкого доступу до них україномовних дослідників. Для ознайомлення з міжнародним досвідом організації захисту кораблів і суден від корозії пропонується огляд деяких іноземних наукових публікацій з цієї теми.

Нині багато як вітчизняних, так і зарубіжних авторів зосереджують увагу на темі захисту кораблів, суден та інших морських інженерних споруд від корозії.

Виклад основного матеріалу. Однією з останніх таких публікацій є стаття «Оцінка експлуатаційних характеристик металу корпусу судна в морській воді» (Performance assessment of ship hull metal in seawater media), опублікована у Journal of Engineering Research and Reports у серпні 2020 р. вченими Федерального університету нафтових ресурсів Нігерії (Federal University of Petroleum Resources). Ключовою метою дослідження є визначення впливу корозії на характеристики матеріалів, що застосовуються для експлуатації в морській воді, а саме сталі та алюмінію. Результати експерименту показали вищу швидкість корозії зразка сталі без покриття. Прилад для визначення твердості MİTECH 320 продемонстрував, що зразок із м'якої сталі без покриття мав середнє значення твердості за Брінеллем 112 до занурення та 105 — після занурення у морську воду. Водночас міцність на розтяг непокритого зразка сталі знизилася з 414 до 403. Для непокритого зразка алюмінію середнє значення твердості зменшилось із 163 до 152, а міцність на розтяг — із 776 до 744 після занурення. Таким чином, автори довели, що алюміній є більш стійким до корозійного впливу [1].

Проблему корозії у морському середовищі розглянуто і в статті «Надійність системи при корозії набору корпусу судна» (System reliability of corroded ship hull girders). Основна увага зосереджується на оцінці надійності, яка є ключовим завданням при плануванні технічного обслуговування суден, що піддаються корозії. Зазвичай вважається, що надійність судна визначається пластичним руйнуванням секції одного відсіку в центральній частині корпусу. Однак цей підхід може занижувати ймовірність відмови, адже існує кілька відсіків, які зазнають високих згинальних моментів, і вихід з ладу будь-якої секції може призвести до втрати всього судна. У роботі використано вдосконалений метод надійності першого порядку (МНПП), розроблений для оцінки надійності судових систем. Методика апробована на двокорпусному балочному танкері, підданому корозії. Параметричний аналіз показав, що просторові залежності між пошкодженими ділянками значно впливають на ймовірність руйнування і що недооцінка цієї ймовірності може мати серйозні наслідки [2].

Девід Чичі (David Chichi) та Йордан Гарбатов (Yordan Garbatov) у статті «Аналіз модернізації конструкції корпусу танкера, пошкодженого корозією» (Retrofitting analysis of tanker ship hull structure subjected to corrosion) вивчають ефективність відновлення конструктивних можливостей двокорпусного нафтоналивного танкера з урахуванням ризику відмови та витрат на модернізацію корпусу. Використовуючи симулятор на основі методу Монте-Карло, автори змоделювали нерівномірність корозійної деградації та проаналізували 12 сценаріїв. Для порівняння різних варіантів (від заміни пластини до посилення ребрами жорсткості та фланцевими елементами) застосували метод надійності першого порядку й провели оцінку витрат та ризиків. Результати показали, які рішення є найефективнішими з точки зору надійності й економічної доцільності [3].

У статті «Використання інформаційних технологій при оцінці корозійних пошкоджень корпусу судна» (The use of information technology in the assessment of the corrosion damage on ship hull) наголошується, що термін служби сучасних морських суден становить 20–25 років, протягом яких необхідно забезпечувати їхню безперебійну роботу. Оскільки корозія є одним із ключових чинників деградації корпусу, у статті розглянуто сучасні комп'ютерні засоби та вимірювальне обладнання, що використовуються для моніторингу стану корпусу та прогнозування корозійних пошкоджень [4].

Фернандо Б. Майнер (Fernando B. Mainier) і Вітор Перассоллі (Vitor Perassolli) у статті «Корозія корпусу судна через несправність та відсутність технічного обслуговування системи катодного захисту імпульсним струмом» (Ship hull corrosion caused by default and lack of maintenance on the impressed current cathodic protection) описують випадок корозії корпусу після виходу з ладу системи катодного захисту на шість місяців. Для відновлення було проведено ремонтні роботи: очищення корпусу водою під тиском, зварювання, фарбування та встановлення цинкових анодів [5].

Ф. Дарчівіо (F. Darchivio), А. Кассанеллі (A. Cassanelli) та С. Сімісон (S. Simison) у статті «Катодний захист корпусів суден гальванічними анодами: проектна оцінка» (Cathodic protection of ship hulls by galvanic anodes: design evaluation) підкреслюють важливість моделювання та оптимізації електрохімії розподілу струму для підвищення ефективності катодного захисту. Дослідження показало, що регулярний аналіз витрат і ефективності анодів може дослідження термоелектричного генератора як джерела імпульсного струму катодного захисту корпусу значно знизити витрати на ремонт і збільшити строк служби корпусу [6].

Дослідники з Індонезії Аді Курніаван (Adi Kurniawan), Сутопо Пурвоні Фітрі (Sutopo Purwono Fitri) та Мухаммад Рахман (Muhammad Rahman) у роботі «Експериментальне судна» (Experimental Study of Thermoelectric Generator as Electrical Source of Impressed Current Cathodic Protection for Ship Hull) створили прототип термоелектричного генератора, який використовує відпрацьовані гази головного двигуна для живлення системи катодного захисту. Результати показали, що такий підхід дозволяє знизити швидкість корозії без додаткових витрат палива [7].

У статті «Огляд морського захисту від корозії з акцентом на катодний захист і покриття» (An overview of marine corrosion protection with a focus on cathodic protection and coatings) стверджується, що найбільш ефективним методом запобігання корозії є поєднання катодного захисту з лакофарбовими покриттями, що забезпечує довготривалу ефективність [8].

Нарешті, одна з найбільш ґрунтовних робіт у цій сфері — стаття МаріNELI Панайотової (Marinela Panayotova), Йордана Гарбатов (Yordan Garbatov) та Карлоса Соареса (Carlos Soares) «Корозія сталей у морському середовищі, моніторинг та стандарти» (Corrosion of steels in marine environment, monitoring and standards). У ній детально проаналізовано фактори розвитку корозії конструкційних сталей у морській воді, описано різні форми корозії, вплив складу сталі, а також експлуатаційні чинники, що впливають на баластні системи, танкери й трюми. Автори також розглянули методи моніторингу, випробувань і прогнозування корозійних процесів, а також заходи з їхнього запобігання та контролю [9].

Таким чином, зарубіжні вчені приділяють значну увагу не лише захисту корпусів кораблів і суден від корозії, але й питанням їхнього відновлення, підвищенню міцності та надійності після усунення пошкоджень. Широко висвітлюються аспекти моніторингу стану корпусу під час експлуатації, зокрема із застосуванням інформаційних технологій та автоматизованих комплексів. В умовах зростання потреб флоту в ефективних системах контролю антикорозійного захисту ця інформація є особливо актуальною.

Висновки. Сучасні іноземні дослідження підтверджують, що проблема корозії корпусів суден є глобальною та потребує комплексного підходу. Основна увага приділяється катодному захисту, захисним покриттям, поєднанню цих методів, а також

новітнім рішенням — таким як використання термоелектричних генераторів та інформаційних технологій для моніторингу стану корпусу судна. Доведено, що алюміній стійкіший до корозії, ніж сталь, а ефективність захисту залежить від своєчасного технічного обслуговування.

Зарубіжні автори акцентують не лише на попередженні корозії, але й на відновленні міцності та продовженні ресурсу використання корпусів суден.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Udosoh N.E., Awwal S.I. Performance assessment of ship hull metal in seawater media // *Journal of Engineering Research and Reports*. 2020. № 15. P. 50–56.
2. Gong Ch., Frangopol D. System reliability of corroded ship hull girders // *Structure and Infrastructure Engineering*. 2019. № 16. P. 1–9.
3. Chichi D., Garbatov Y. Retrofitting analysis of tanker ship hull structure subjected to corrosion // *Brodogradnja: Teorija i praksabrodogradnje i pomorsketehnike*. 2019. № 70. P. 87–109.
4. Ivocevic S., Bauk S. The use of information technology in the assessment of the corrosion damage on ship hull. 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology (IT). February 2018.
5. Mainier F.B., Perassolli V. Ship hull corrosion caused by default and lack of maintenance on the impressed current cathodic protection. *IOSR Journal of Engineering*. 2014. № 04. P. 34–39.
6. Darchivio F., Cassanelli A., Simison S. Cathodic protection of ship hulls by galvanic anodes: design evaluation // *Nace International. Corrosion 2209: Conference and Expo*. January 2009. P. 1–7.
7. Kurniawan A., Fitri S.P., Rahman M. Experimental Study of Thermoelectric Generator as Electrical Source of Impressed Current Cathodic Protection for Ship Hull. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*. 2017. № 1 (3). P. 143–148.
8. Tezdogan T., Demirel Y.K. An overview of marine corrosion protection with a focus on cathodic protection and coatings. *Brodogradnja: Teorija i praksabrodogradnje i pomorsketehnike*. 2014. № 65. P. 49–59.
9. Panayotova M., Garbatov Y., Soares C.G. Corrosion of steels in marine environment, monitoring and standards. — *Safety and Reliability of Industrial Products, systems and Structures*. — Taylor and Francis Group, London, 2010. P. 369–413.

СУЧАСНІ СЕПАРАТОРИ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Задорожній В. К.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.т.н., доц. Поливода В.В.*

Вступ. Сепаратори (відцентрові сепаратори-очисники) виконують критичну функцію в судновій енергетиці: вони видаляють воду та тверді домішки з палива та мастил, таким чином забезпечують стабільну подачу чистого палива в двигуни та збільшують міжремонтні інтервали. Це особливо важливо на тлі посилення норм щодо якості палива та скорочення викидів у судноплавстві відповідно до вимог Міжнародної морської організації (ІМО) [1].

Основна частина. До важливих характеристик сепараторів відносять параметри потоків — вхід, вихід, контрольовані характеристики.

Вхідний потік (характеристики палива/олії до сепарації): витрата (л/год або м³/год), частка води (%), концентрація твердих частинок (мг/кг), температура та в'язкість (часто потрібний підігрів для зниження в'язкості та покращення сепарації або поділу).

Потік, що виходить: очищене паливо/масло (цільові показники — мінімальний вміст води та твердих частинок), окремий потік води та шламу для видалення/утилізації.

Контрольовані параметри процесу: тиск і температура на вході/виході, вміст води після сепарації (ppm або %), вібрація/балансування ротора, щільність та щільнісний (густинний) контраст шарів. Ці параметри відстежуються датчиками та системою керування для підтримки ефективності та безпеки; у сучасних системах — через цифрові інтерфейси та віддалений моніторинг [2].

Розглянемо конструкцію. Ротор/барабан (separator bowl) — камера, що обертається, де відцентрова сила розділяє фази; у сучасних конструкціях — високоміцні матеріали та оптимізовані профілі дисків для максимальної площі поділу (рис. 1, а).



Рисунок 1 — Конструктивні компоненти сепаратора: а — ротор, б — дисковий пакет

Дисковий пакет (disc stack) — пакет тонких дисків, які збільшують ефективну поверхню поділу між рідкими фазами (рис. 1,б).

У якості приводу використовується електродвигун з ременною, шестернею передачею (gear-driven) або прямий привід (direct drive). Прямий привід знижує втрати на трансмісію та зменшує обслуговування; зокрема, рішення з інтегрованим direct drive виключають ремені та шестерні [3], що зменшує кількість вузлів, що обслуговуються. В існуючих класичних моделях (наприклад, Alfa Laval серії MAB) застосовуються черв'ячні редуктори і вертикальний шпindel барабана [4], що є типовим прикладом gear-driven виконання [5]. Системи сепарації типу gear-driven на ряду з деякими перевагами (перевірена механіка та ремонтпридатність) мають ряд недоліків — більше вузлів тертя, регулярне мастило, вище втрати в передачі.

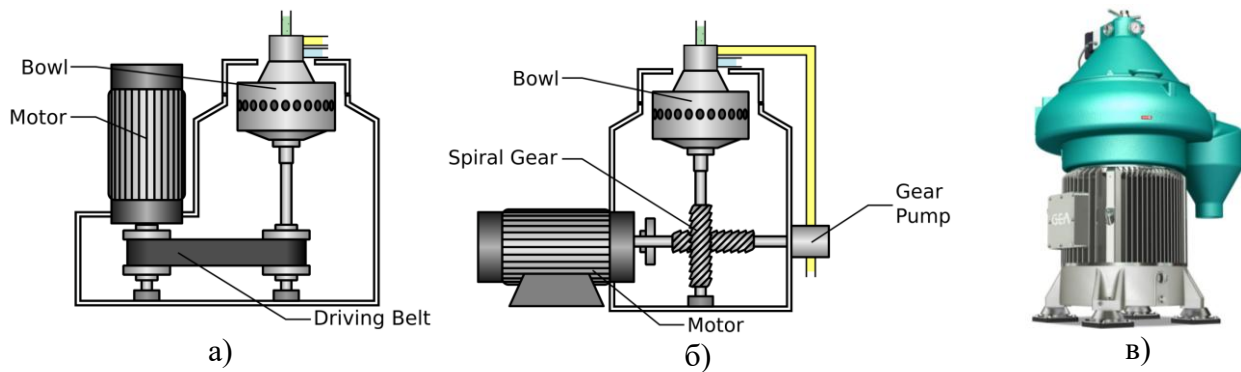


Рисунок 2 — Варіанти приводу сепаратора: а — з ременною передачею, б — з шестернею передачею, в — прямий привід

Сучасні системи сепарації використовують Direct drive (інтегрований прямий привід). Зменшує механічні втрати, підвищує надійність та компактність, скорочує обслуговування; До переваг систем direct drive відноситься те, що електродвигун працює безпосередньо на шпиндель барабана; немає ременів і шестерень, менше вузлів обслуговування, компактність, нижче енергоспоживання, довші інтервали технічного обслуговування. Наприклад, рішення типу eDrive™ у Alfa Laval та Integrated Direct Drive (IDD) у GEA виключають ремені/шестерні та скорочують кількість механічних вузлів та мають типовий міжсервісний інтервал приводу до 16 000 годин [6].

До складу системи подачі (рис. 3, а) входить підживлюючий насос, підігрівачі палива (впливають на в'язкість), попередні фільтри.



Рисунок 3 — Конструктивні компоненти системи сепарації: а — підігрівач важкого палива (HFO heater); б — шестерний насос (gear pump)

Канали відведення (рис. 3, в) — це окремі лінії для очищеного палива, води та шламу; механізми автоматичного скидання шламу (автоматичні чи напівавтоматичні). Ущільнення, клапани, корпус забезпечують безпеку та герметичність систем сепарації (рис. 4).

Функції сучасного сепаратора: ефективне видалення води (до ppm/невеликих %) та твердих частинок; підтримка необхідних параметрів палива для стабільного розпилення та згоряння у форсунках; захист паливної апаратури та поточних ремонтних циклів двигуна; зниження утворення шламу та відкладень.

Виробники систем сепарації розробляють сучасні моделі, що адаптовані до різних типів палива, включаючи біопродукти, які прямо маркуються як biofuel-ready для HVO/FAME та їх сумішей [7] та використовують сучасні технології — ALCAP, S і P Flex, автоматизацію тощо [8]. Виробники (Alfa Laval, GEA та ін.) вивели на ринок сепаратори, оптимізовані для сучасних біопалив (HVO, FAME) та їх сумішей — це включає модифікацію внутрішньої геометрії барабана та програмного забезпечення для управління режимами, щоб врахувати іншу щільність/розчинність і схильність до емульгування.

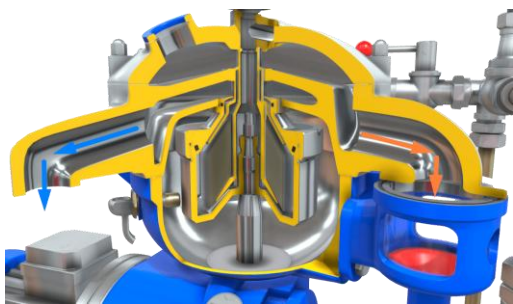


Рисунок 4 — Канали відведення



Рисунок 5 — Зовнішній вигляд системи сепарації

До складу сучасних систем сепарації входить автоматизована система керування та моніторингу (рис. 6), яка складається з керуючого пристрою (контролеру), датчиків тиску, температури та вібрації, цифрових інтерфейсів для віддаленого моніторингу та інтеграції до комплексної системи судової автоматизації. Вбудована діагностика та віддалений контроль дозволяють виконувати предикативне (прогнозоване) обслуговування.

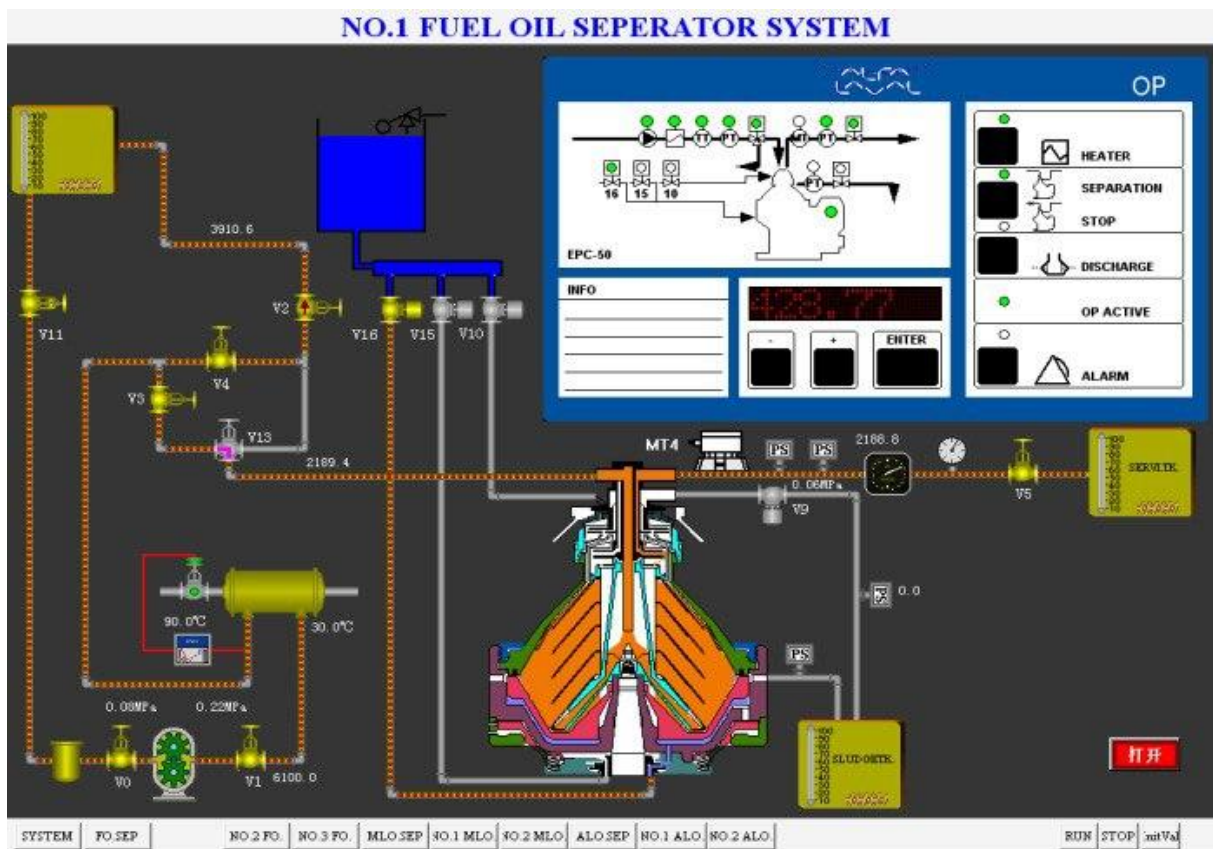


Рисунок 6 – Інтерфейс автоматизованої системи керування та моніторингу

Застосування технології гомогенізації в сучасних системах сепарації являє собою перед- та пост-обробка палива (гомогенізація та покращена фільтрація), що зменшує розмір агрегатів асфальтенів та допомагає знизити утворення шламу; у дослідженнях та експлуатаційних звітах відзначалося зменшення шламу на ~17–23% та покращення стабільності палива при правильній установці гомогенізатора в системі [9].

Висновки. Сучасні судові сепаратори еволюціонували від механічних відцентрових установок до інтелектуальних, енергоефективних та біо-орієнтованих систем. Впровадження прямого приводу, автоматизованих систем керування, адаптація під біопаливо та застосування попередньої підготовки (гомогенізація) — ключові напрямки розвитку. Для отримання найбільш чистого палива потрібний комплексний

підхід: підготовка палива на вході, коректно налаштований сепаратор, автоматизація та регулярний аналіз якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. International Maritime Organization (IMO). IMO 2020 — cutting sulphur oxide emissions. <https://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/sulphur-2020.aspx>
2. GEA. Separators for Marine. URL : <https://www.gea.com/en/products/centrifuges-separation/centrifugal-separator/separator/separators-marine>
3. Alfa Laval. eDrive™ (direct drive). URL : <https://www.alfalaval.com.tr/urunler/separasyon/santrifuj-separatorler/separatorler/yenilikler/separator-yenilikcisi/featured-brands>
4. Alfa Laval. MAB — gear-driven. URL : <https://www.alfalaval.com/tr/products/separation/centrifugal-separators/separators/mab>
5. Alfa Laval. MIB — direct drive. URL : <https://www.alfalaval.com/products/separation/centrifugal-separators/separators/mib>
6. GEA. Exchange Drive Units / Integrated Direct Drive (IDD). URL : <https://www.gea.com/assets/306274>
7. Alfa Laval. S i P Flex separators — biofuel-ready, ALCAP (S)/P. URL : <https://www.alfalaval.com/products/separation/centrifugal-separators/separators/s-and-p-flex>
8. Alfa Laval. ALCAP™ vs traditional separators. URL : <https://marine.alfalaval.com/alcap-vs-traditional-separators-1>
9. F. Nordin. Effectiveness of Homogenization Equipment on VLCC. URL : <https://eprints.utm.my/50772/1/HarisFadillaNordinMFKM2014.pdf>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ У ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ СУДЕН ДВИГУНІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА АМІАКУ ТА ВОДНІ

Задорожній В. К.

Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.т.н., доц. Акімов О. В.

Вступ. Одним із ключових напрямів декарбонізації світового морського транспорту є впровадження альтернативних палив із нульовим або низьким вуглецевим слідом. Водень та аміак розглядаються як перспективні енергоносії, здатні забезпечити поступовий перехід від традиційних нафтових палив до безвуглецевих технологій суднових енергетичних установок (СЕУ) [1; 2].

Перехід від викопних вуглеводнів до безвуглецевих і низьковуглецевих суднових палив є ключовим елементом досягнення цілей ІМО щодо скорочення викидів парникових газів. Аміак (NH_3) і водень (H_2) розглядаються як перспективні палива для морської енергетики завдяки можливості нульових викидів CO_2 за умови використання «зеленого» виробництва [1; 2; 5].

Технологічні підходи до використання аміаку та водню

Аміак: розробляються двотактні та чотиритактні двигуни з рідинним/газовим упорскуванням (Liquid/Gas Injection, *dual-fuel*) та системами допалювання або пілотного запалювання дизелем. Компанії MAN Energy Solutions і Wärtsilä випробовують прототипи таких систем [1; 6].

Водень може використовуватись у двох принципових варіантах:

- пряме спалювання у двигунах внутрішнього згоряння (H_2 -ICE);
- перетворення енергії через паливні елементи (PEM, SOFC) [3; 4].

Обидва варіанти дають змогу суттєво зменшити викиди CO_2 , однак потребують різних підходів до зберігання і безпеки.

Останні практичні досягнення. Компанія MAN Energy Solutions у 2024–2025 рр. провела успішні випробування повномасштабного аміачного двигуна ME-LGIA при навантаженні 25...100 %, підтвердивши стабільність і ефективність спалювання NH_3 [6]. Japan Engine Corporation (J-ENG) у 2025 році оголосила про завершення розробки першого комерційного аміачного двигуна [6]. Також реалізовано кілька демонстраційних проєктів: аміачний буксир компанії Amogy та платформне судно (PSV) із гібридною установкою NH_3/H_2 , що свідчить про готовність технологій до практичного впровадження [6].

Переваги використання аміаку та водню на суднах

- Нульові прямі викиди CO_2 при використанні «зелених» варіантів палива [2; 5].
- Аміак має вищу об'ємну енергетичну щільність, ніж водень, що спрощує його зберігання при низькому тиску [4].
- Модернізація існуючих дизельних установок у формат *dual-fuel* знижує витрати порівняно з повною заміною на електричні системи [1; 4].

Обмеження і технічні ризики. Аміак є токсичним та корозійним, тому потребує герметичних паливних систем, датчиків витоків і спеціальних матеріалів [2]. Водень має низьку об'ємну щільність енергії, вимагає зберігання під високим тиском або при низьких температурах, а також контролю полум'я і детонаційної стійкості в двигунах [3; 4]. Під час спалювання NH_3 і H_2 можуть утворюватися викиди NO_x , тому двигуни оснащуються каталітичними системами очищення (SCR) [5; 6].

Екологічні та емісійні аспекти. Проблемою є викиди NO_x і так званий *NH_3 slip* (несpalений аміак). Рішенням стає впровадження SCR-систем із каталітичним нейтралізатором, оптимізація подачі палива й контроль температури камери згоряння [5; 6]. Виробники MAN і Wärtsilä вже демонструють високу ефективність таких систем на практичних стендових випробуваннях [6].

Інфраструктура та ланцюги постачання. Створення мережі заправних станцій (bunkering) для NH_3 та H_2 є критично важливою умовою масштабного впровадження [2; 5].

Очікується, що масове виробництво «зеленого» аміаку та водню розпочнеться після 2030 року завдяки розвитку відновлюваної енергетики [6].

Регуляторні та безпекові вимоги. Впровадження технологій потребує оновлення Міжнародного кодексу ІМО та національних стандартів щодо зберігання, перевалки й експлуатації токсичних палив [1; 2; 6]. Підприємства-розробники спільно з класифікаційними товариствами (DNV, Lloyd's Register) вже проводять погодження нових процедур *bunkering* і планів аварійного реагування.

Економічні аспекти (CAPEX / OPEX / LCOF). Попри вищі початкові інвестиції у паливні системи NH_3/H_2 , експлуатаційні витрати знижуються завдяки високому ККД та потенційному здешевленню «зелених» палив [2; 5]. Дослідження [1; 4] показують, що при зменшенні вартості «зеленого» аміаку нижче 600 USD/т технологія стає конкурентоспроможною із LNG.

Таблиця 1 — Порівняльна характеристика H_2 і NH_3 [2; 4; 5]

Параметр	Водень	Аміак
Енергетична щільність (МДж/кг)	120	18,6
Енергетична щільність (МДж/л)	5,6 (газ, 700 бар) / 8,5 (рідкий)	12,7
Складність зберігання	Висока	Помірна
Токсичність	Низька	Висока
Придатність	Короткі маршрути, паливні елементи	Великі судна, далекий флот

Таблиця 2 — Порівняння енергетичної щільності морських палив

Паливо	Енергетична щільність, МДж/кг	Енергетична щільність, МДж/л	Примітка
Водень (газ, 700 бар)	120	5,6	Висока масова щільність, низька об'ємна
Водень (рідкий, -253°C)	120	8,5	Високі витрати на зрідження
Аміак (NH_3)	18,6	12,7	Легше зберігати, токсичний
Метан (LNG)	50	21	Поточна альтернатива
Мазут (HFO)	40	35	Базовий рівень порівняння

Висновок: водень має найвищу масову енергоємність, але аміак виграє за зручністю зберігання.

Таблиця 3 — Порівняння CAPEX / OPEX систем

Тип установки	CAPEX (% від дизеля)	OPEX (% від дизеля)
Дизельна (HFO)	100	100
LNG Dual-Fuel	130	90
Аміак Dual-Fuel	160	85
Водень (паливні елементи)	200	80
Водень (H_2 -ICE)	170	90

Висновок: високі початкові інвестиції компенсуються зниженням експлуатаційних витрат при використанні «зелених» палив.

Таблиця 4 — Дорожня карта впровадження технологій

Період	Ключові події
2023–2025	Стендові випробування MAN, J-ENG, Wärtsilä [6]
2025–2026	Перші демонстраційні судна (PSV, буксири Amogy) [6]
2026–2028	Початок комерційної експлуатації
2028–2030	Масштабування виробництва «зеленого» NH_3/H_2 [2; 5]
2030+	Повна інтеграція у флот, стандарти ІМО [1; 6]

Висновок: 2025 рік став поворотним моментом – від досліджень до комерційного застосування.

Перспективні напрями досліджень.

- Зниження NH_3 slip за допомогою каталізаторів і точного керування подачею палива [5].
- Вивчення корозійної стійкості матеріалів систем живлення NH_3 [2; 4].
- Використання гібридних схем: розщеплення $\text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2$ для живлення паливних елементів (підхід Amogy) [6].
- Моделювання життєвого циклу (LCOE/LCOF) для оцінки економічної ефективності [2].
- Розробка стандартів bunkering і аварійних протоколів для портів [1; 2].

Висновки.

1. Водень і аміак є стратегічно важливими безвуглецевими паливами для морського транспорту [1–6].

2. Водень доцільно застосовувати у гібридних системах і паливних елементах; аміак — у великих двигунах внутрішнього згоряння суден далекого плавання.

3. Потрібна гармонізація технічних стандартів, навчання персоналу та розвиток інфраструктури безпечного зберігання і перевалки.

4. 2025 рік став етапом переходу від дослідницьких випробувань до перших комерційних реалізацій [6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ueda T., Tsumura K., Watanabe Y., Tamura H., Yamada D. LNG as fuel to Ammonia as fuel: Ship's fuel transition to achieve carbon neutrality. Mitsubishi Heavy Industries Technical Review. 2022. Vol. 59, No. 2.
2. Ammonia as a potential marine fuel: A review. Energy Reports / Sustainability. 2022. DOI: 10.1016/j.egy.2022.01.015.
3. Dong L., Li Q., Zhang Y. Life cycle assessment of hydrogen-driven marine propulsion. International Journal of Hydrogen Energy. 2023; 48: 12345–12360.
4. Evaluation of Fuel Gas Supply System for Marine Dual-Fuel Propulsion Engines Using LNG and Ammonia Fuel. Energies. 2022, 15(17), 6303. DOI: 10.3390/en15176303.
5. Alternative Gaseous Fuels for Marine Vessels towards Zero Carbon: Hydrogen (H_2) and Ammonia (NH_3). MDPI. 2023, 3(4): 11.
6. Hydrogen-powered vessels in green maritime decarbonization. Frontiers in Marine Science. 2025 (in press). DOI: 10.3389/fmars.2025.1601617.

FOREST ALGORITHMS FOR MARINE DIESEL POWER PROPULSION CONTROL OPTIMISATION

Ivashchenko Artem

Kherson State Maritime Academy

Academic Supervisor: Ph.D., associated professor Simanenkov A. L.

Introduction. Mean Value Engine Models (MVEMs) play a pivotal role in marine engineering, serving as the foundation for digital twin technologies, real-time control strategies and performance diagnostics [1]. The MVEM framework simplifies the internal combustion process by averaging the most important thermodynamic variables over one working cycle. This reduces computational load while retaining physical relevance and making MVEMs a practical choice for onboard applications where fast and in-time computation is critical.

However, this simplification introduces errors under off-design and transient operating conditions. Classical MVEMs are based on empirical relationships derived from regression or look-up tables which fail to generalize to nonlinear interactions — especially between turbocharging dynamics, fuel flow, and exhaust backpressure. As a result, prediction errors of 5–10% are typical under variable loads, limiting the reliability of digital twins for predictive maintenance or optimization tasks.

This research proposes a hybrid data-driven and physics-based approach by integrating the Random Forest (RF) algorithm as a correction layer within the MVEM [6]. The Random Forest provides a nonlinear mapping between measured inputs and model errors, effectively compensating for unmodeled dynamics. This approach maintains the interpretability and real-time capability of classical models while enhancing accuracy and adaptability across a wide range of operating conditions.

Theoretical Background. The MVEM structure relies on mean value mass and energy conservation terms [2]. The pressure dynamics in the intake manifold are governed by:

$$\dot{p}_{im} = (R * T_{im} / V_{im}) * (\dot{m}_c - \dot{m}_e) \quad (1)$$

Where,

$\dot{m}_c$ — is compressor mass flow;

$\dot{m}_e$ — is engine intake flow;

R — is the specific gas constant;

T_{im} — is intake temperature;

V_{im} — is a manifold volume.

Similarly, exhaust pressure dynamics follow:

$$\dot{p}_{ex} = (R * T_{ex} / V_{ex}) * (\dot{m}_e - \dot{m}_t) \quad (2)$$

The indicated says that effective pressure (IMEP) defines the average cylinder pressure contributing to work output, as follows:

$$p_{imep} = W_i / V_d \quad (3)$$

The engine brake power can be simulated as:

$$P_b = (2 * \pi * n * T_b) / 60 \quad (4)$$

The brake specific fuel consumption (BSFC) is defined as:

$$BSFC = (\dot{m}_f * 3600) / P_b \quad (5)$$

To improve predictive accuracy and correction factors from the Random Forest model are introduced as multiplicative terms:

$$\hat{p}_{imep} = p_{imep} * (1 + \Delta_{RFp}), \quad BSFC\hat{C} = BSFC * (1 + \Delta_{RFb}) \quad (6)$$

Here, Δ_{RFp} and Δ_{RFb} represent the nonlinear correction coefficients learned from engine

measurement data.

Methodology. The hybrid MVEM–RF structure combines analytical physics-based sub-models with data-driven corrections [3]. The RF regression model is trained on residual errors between measured and simulated values. The Random Forest ensemble prediction is defined as:

$$\hat{y} = (1 / N_t) * \sum_{i=1}^{N_t} T_{i(x)} \quad (7)$$

Where,

N_t — is the number of decision trees;

$T_{i(x)}$ — is the output of the i -th tree.

Each tree is trained using bootstrap sampling of the dataset and a random subset of features, improving generalization and reducing overfitting.

The model minimizes the Mean Squared Error (MSE) objective? As follows:

$$MSE = (1/n) * \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (8)$$

and is evaluated using additional statistical metrics:

$$\begin{aligned} RMSE &= \sqrt{(1/n) * \sum (y_i - \hat{y}_i)^2} \\ MAPE &= (100/n) * \sum |(y_i - \hat{y}_i) / y_i| \\ R^2 &= 1 - (\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 / \sum (y_i - \bar{y})^2) \end{aligned} \quad (9)$$

Experimental data were collected from a six-cylinder turbocharged marine diesel engine. More than 5000 steady state operating points were recorded, covering 25 engine speeds and 10 load conditions. Inputs included fuel mass flow, intake and exhaust pressures, turbocharger speed, and air-to-fuel ratio. The Random Forest model was tuned using 10-fold cross-validation to avoid overfitting, and hyperparameters (number of trees, maximum depth, and leaf size) were optimized via grid search.

Results. Transient validation demonstrated stable performance even during step changes in engine load. The model reproduced turbocharger lag and manifold pressure oscillations with less than 3 % deviation from test data. These findings confirm the capability of the RF-corrected model to represent complex engine dynamics without requiring increased computational complexity.

The importance ranking from the RF model indicated the following dominant variables: intake manifold pressure (32 %), air to fuel ratio (25 %), turbocharger speed (18 %), and exhaust back pressure (11 %). These relations highlight physical dependencies that can guide optimization of engine control strategies for emission reduction and fuel economy.

Discussion. The application of Random Forest algorithms in the context of mean-value modeling offers several advantages. Unlike polynomial regression, which assumes linearity or low-order nonlinearities, RF can approximate complex multidimensional functions without prior assumptions. Furthermore, its internal feature ranking mechanism provides insight into which physical parameters contribute most to prediction variance. This feature is especially beneficial for adaptive control, where control priorities can be dynamically adjusted based on feature relevance.

A key advantage of the hybrid model lies in its balance between physics interpretability and data-driven adaptability. The RF layer serves as an empirical correction that compensates for phenomena not explicitly modeled, such as heat transfer variations or EGR delays. The modular architecture also allows retraining of the RF component independently from the MVEM, reducing calibration effort and ensuring the long life of the digital twin model.

Conclusions.

1. The proposed hybrid MVEM–RF framework significantly enhances the accuracy and robustness of marine diesel engine models.

2. Incorporation of Random Forest corrections reduces systematic bias and improves transient response tracking.

3. The resulting model preserves the computational efficiency required for in-time

onboard control applications.

4. The RF layer provides explainable predictions through feature importance metrics, enabling physics-based interpretability.

5. The framework can be extended to multi-fuel systems (e.g., LNG or methanol) to support decarbonization initiatives in maritime transport.

REFERENCES

1. Eriksson, L., & Nielsen, L. (2014). *Modeling and Control of Engines and Drivelines*. Wiley.
2. Heywood, J. B. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals* (2nd ed.). McGraw-Hill.
3. Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32.
4. International Maritime Organization (IMO). (2020). *Interim Guidelines for the Safety of Ships Using Methyl/Ethyl Alcohol as Fuel (MSC.1/Circ.1621)*. London: IMO.
5. Ko, E., Lee, S., & Lee, K. (2019). Diesel Mean Value Engine Modeling Based on Thermodynamic Cycle Simulation Using Artificial Neural Network. *Energies*, 12(14), 2823. <https://doi.org/10.3390/en12142823>
6. Vasilakis, N., Theotokatos, G., Livanos, G., et al. (2023). A digital twin approach for maritime carbon intensity indicator prediction. *Ocean Engineering*, 286, 115522. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.115522>

СУЧАСНІ СУДНОВІ ВІТРИЛЬНІ СИСТЕМИ, ІХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ВИБІР КРАЩИХ ВАРІАНТІВ

Капуста О.В.

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Науковий керівник: д.т.н., проф. Настасенко В.О.

Вступ. В останні роки активно розвиваються судові вітрильні системи, оскільки вони економлять паливо і зменшують кількість шкідливих викидів від їх вживання. Вибір правильного варіанту для розвитку вітрил дозволяє уникнути непродуктивних витрат часу та коштів на розробку нераціональних рішень. З цією метою відомий мореплавець – капітан Watson у 2019 році запропонував свій варіант TOP-7 кращих виконань вітрильників [1]. На 7-му місці він поставив проєкт судна B-9, на 6-му місці Eco Marine Power Wind-Solar Ship, на 5-му Flettner Rotor Ship, на 4-му Sky Sails / Kite Ship, на 3-му NYK ECO Ship, на 2-му STX Eoseas, на 1-му -E/S Orcelle.

Однак у 2022 році був складений новий рейтинг TOP-7 [2], в якому E/S Orcelle був поставлений на 7-е місце, STX Eoseas на 6-е, B-9 – на 5-е, STX Eoseas на 4, NYK ECO Ship залишився на 3-му місці, на 2-е місце поставлено Flettner Rotor Ship, а на 1-е місце — Eco Marine Power Wind-Solar Ship.

Робота 2023 року [3] підтвердила вірність нового рейтингу – від проєкту E/S Orcelle відмовилися його розробники, високі щогли STX Eoseas розробниками були замінені на більш низькі, які можуть нахилитися, в проєкті NYK ECO Ship відмовилися від кришок, покритих панелями сонячних батарей, вітрило Sky Sails / Kite Ship не отримала розвитку і лише автоматизація його запуску в компанії Airseas дала їм деякі шанси на життя. Однак Flettner Rotor компанії Norsepower Oy Ltd, — це єдиний проєкт, який отримав широке застосування, що підтверджує правильність його установки на 2-е місце. Проєкт B-9 отримав розвиток на базі яхти Maltese Falcon, що дає можливості для його реалізації в недалекому майбутньому, але він не може бути піднятий вище 6-го місця за рахунок інших його недоліків – високих щогл, що утворюють крен судна при посиленні вітру, обмеження у використанні палуби для перевозки вантажів, та складної системи підйому і спуску вітрил [3].

Підтвердженням вірності виведення на 1-е місце проєкту Eco Marine Power Wind-Solar Ship є те, що практично всі розробники вітрильних систем визнали перевагу розташування вітрил на обох бортах судна. Тому в запропонованій роботі виконано більш глибокий аналіз лише перспективних парусних систем і запропоновані найкращі варіанти їх виконання.

Результати дослідження. Проблема декарбонізації людської діяльності (скорочення викидів парникових газів CO та CO₂) є однією з основних в умовах постійно зростаючої загрози глобального потепління. Вона вирішується різними способами в усіх сферах діяльності суспільства, але насамперед - у галузях техніки та технологій.

У рамках цієї проблеми транспортний флот не міг залишитися осторонь її вирішення. Тому Міжнародна морська організація (ІМО) у Додатку VI Конвенції MARPOL 73/78 [4] запровадила обмеження на викиди шкідливих речовин під час використання судового палива. Для цього з 2009 року запроваджено індекс енергоефективності в нормативному документі «Керівні принципи до методу розрахунку досягнутого індексу енергоефективності проєктування (EEDI) для нових суден» [5]. Він жорстко контролюється після МЕРС.245(66) — 2014.

Транспортний флот вживає близько 5% видобутої нафти, спалювання якої в судових двигунах призводить до викидів $\approx 3\%$ CO та CO₂ від їх загальної світової кількості [6]. Ця частка відносно мала, проте, на відміну від інших варіантів скорочення викидів, цей варіант технічно можливий при не дуже великих витратах. Якщо

транспортний флот перейде на альтернативну енергетику і відмовиться від нафтового палива, то це дозволить (при загальній річній потребі скоротити викиди CO та CO₂ на 7,4% в рік [7]), зменшити їх на $3/7,4 \times 100\% \approx 41\%$.

Одним із шляхів скорочення витрат традиційних суднових палив у [5] рекомендується використання суднових вітрильних систем, що вказує на актуальність та важливість їх дослідження, Техніко-економічні показники цих досліджень та вироблення на їх базі рекомендацій, становлять наукову новизну виконаної роботи.

Оскільки аналіз основних транспортних шляхів та зон ефективних для судноплавства вітрів показав, що ефективне використання вітрильних систем можливе лише в 40-х і більш високих широтах, це скорочує зменшення викидів CO і CO₂ з 3, до 1%. Однак і цей показник досить високий, оскільки його досягнення можливе більш простим шляхом.

Порівняно з автомобільним транспортом, внесок транспортного парку значно менший (1% проти 30%). Однак автомобілів близько 40 мільйонів, а транспортних суден на 3 порядки менше – близько 40 тисяч. Тому загальна трудомісткість і витрати для морського варіанту економії вуглеводневого палива в сотні раз менші, ніж для автомобільного. Якщо таку ж увагу приділяти транспортному флоту, яка приділяється автомобільному транспорту, то результат можна отримати легше та швидше. Посилення цієї уваги до флоту – одна з цілей проведеної роботи, для чого необхідно щодня активізувати засоби масової інформації та громадський рух, як це робиться зараз для автомобільного транспорту.

Спрощений аналіз економічних результатів від використання вітрильних систем.

Базовий варіант — додаткові пристрої (вітрила) для економії палива. Кінцевий і більш ретельний розрахунок можливий лише на основі реальних показників інвестицій I та прибутку P , деякі з яких досі є комерційною таємницею.

Економічний ефект залежить від витрат на їх проектування I_d , виготовлення I_m , встановлення I_i , обслуговування I_s на судні та ремонт I_r . За початковий варіант було прийнято трисекційні вітрила типу WindWings, які пройшли реальні випробування в 2023 і 2024 роках [8] (рис. 1).



Рисунок 1 — Трисекційне вітрило типу WindWings та їх установка на судні

Найбільш ефективні вони на тихохідних танкерах і суховантажниках, оскільки при швидкості > 14 вузлів судно здатне догнати лише вітер зі швидкістю > 7 м/с, тому кращим варіантом є закріплення суден за маршрутами, де середня річна швидкість вітру > 7 м/с.

Враховуючи переваги установки вітрил на обох бортах судна (зменшення крену, краще використання палуби і можливість збільшення кількості вітрил та їх корисної площі) рекомендуються варіанти, які показані на рис. 2.



Рисунок 2 — Трисекційне вітрило типу WindWings та їх установка на обох бортах судна

Оскільки витрати на 1 вітрило досі є комерційною таємницею, їх можна оцінити лише приблизно. Вони прийняті як мінімальні, з реальним їх подвоєнням при верхній межі витрат. З урахуванням витрат на проектування, виготовлення (з доходами виробника), установку вітрил на судні та їх подальше обслуговування, загальні витрати на 1 вітрило становлять від 2 до 4 млн \$. При економії палива 2 вітрилами від 3 до 10 т на добу, які були встановлені на випробуваннях [8], річний прибуток судновласника (з відрахуванням податків) складає лише 0,5 млн. \$. Тому строк окупності вітрила становить від 8 до 16 років.

Такий термін окупності не є привабливим для судновласників.

Тому до прибутку P рекомендується додати бонуси за скорочення викидів CO та CO₂ та торгувати ними, як квотою на викиди. Крім того, податки слід виключити з прибутку від впровадження вітрил, а судновласники повинні сприймати відносно високі витрати на вітрильні системи, як благодійність, пов'язану з жертвами на благо всього суспільства.

При масовому виробництві вітрил їх виробничі витрати можуть бути зменшені вдвічі, а їх загальна вартість, включаючи податки та доставку, становитиме близько 1 мільйона. Але перехід до економічного масового виробництва вимагає часу та значних інвестицій, а також вирішення багатьох організаційних проблем. По мірі накопичення досвіду розробок таких вітрил та їх встановлення на судах, усі елементи витрат будуть уніфіковані, що зменшить їхню вартість у 2 рази. У цьому випадку термін окупності вітрильних систем зменшиться до 4-8 років, а без урахування податків – до 3-5 років, що більш прийнятне для судновласників. Однак остаточний та більш ретельний економічний розрахунок можливий лише на основі реальних показників.

Для інших можливих варіантів вітрил витрати будуть відрізнятися залежно від їхньої складності, але економія палива і прибуток будуть приблизно однаковим у разі приблизної рівності площі вітрил.

Робота з вітрильними системами здійснюється окремими компаніями, що ускладнює порівняння результатів. Компанії не говорять про недоліки своїх розробок, подібний недолік мають DNV та інші аналітичні організації Green Energy. Поки що можна лише здогадуватися про недоліки судових вітрильних систем, а їх критика є лише в роботах [2, 3], всі інші компанії говорять лише про свої досягнення.

Висновки.

1. На першому етапі необхідно приймати рішення щодо перспективних варіантів вітрил на основі масштабних досліджень. Тому потрібна централізація всіх розробників, а поки що вони лише конкурують між собою.

2. Необхідно зібрати конкуруючі компанії та узгодити їхні плани та дії. Для цього

слід створити робочий орган з координації в Міжнародній морській організації і легалізувати його план роботи.

3. Також потрібна підтримка з боку ЗМІ та всього суспільства для корабельних вітрильних систем, подібно до тих PR-компаній, які проводяться для автомобільного транспорту та інших сфер скорочення шкідливих викидів.

4. Загальна стратегія використання вітрильних систем полягає в мінімізації витрат на їх виробництво та обслуговування.

5. Більш прості і дешеві вітрила мають переваги відносно більш досконалих, але складних конструкцій, які збільшують витрати на їх придбання і обслуговування при майже однаковій економії палива.

6. Термін окупності вітрильних систем становить 5 - 8 років, що не приваблює судновласників. Але якщо виключити податки на прибуток, то статті витрат скоротяться на 1/3, що зробить їх більш привабливими.

7. Додатковим прибутком для судновласників може стати встановлення квот на шкідливі викиди та їх продаж.

8. На цій базі головною рекомендацією є розумне спрощення конструкцій на базі попередніх досліджень і зустрічні кроки суспільства в рамках продажі квот на викиди CO і CO₂, та зменшення податків на прибутки від використання вітрил.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Paul Watson. Top 7 Green Ship Concepts Using Wind Energy /Sea Shepherd Ocean ACTION Reports] <https://www.marineinsight.com/green-shipping/top-7-green-ship-concepts-using-wind-energy/>

2. Valentyn Nastasenکو, Vyacheslav Svyrydov, Artem Andreev. (2022) New top-7 vessels wind projects and analysis of their practical possibilities for the transport fleet. / Journal of Maritime Research. Vol 19. No. 3 (2022) pp 30–38 Barcelona, Spain ISSN: 1697-4040, <https://www.jmr.unican.es/index.php/jmr/issue/view/67>

3. Valentyn Nastasenکو, Protsenko Vladyslav, Babii Mykhailo (2023) Modern development of ship wind systems within the new rating of Top-7 projects / Journal of Maritime Research. Vol 20. No. 2 (2023) pp 77–88 ISSN: 1697-4040, <https://www.jmr.unican.es/index.php/jmr/article/view/716-741>

4. International Maritime Organization (IMO) in Annex VI of the MARPOL 73/78 Convention <https://docs.cntd.ru/document/499014496>

5. Attained Energy Efficiency Design Index (EEDI) MEPC.245(66) — 2014 [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.245\(66\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.245(66).pdf) URL <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Technical-and-Operational-Measures>.

6. CE Delft, David S. Lee - Update of maritime greenhouse gas emission projections — January 2019 https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE_Delft_7S18_New_Update_of_maritime_greenhouse_gas_emission_projections-DEF.pdf

7. COP 21, from 30 November to 11 December 2015, in Paris, France [Electronic resource] Mode of access: <https://unfccc.int/event/cop-21>

8. Sails of Pyxis Ocean ship https://www.youtube.com/watch?v=KCD0eNyTc5U&ab_channel=%D0%A8%D0%B0%D0%B3%D0%92%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%91%D0%B4

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ВАЛОГЕНЕРАТОРІВ

Логунів М. І.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.т.н., доц. Поливода В.В.*

Вступ. Енергоефективність та екологічна безпека є визначальними тенденціями сьогодишнього суднобудування. У контексті посилення вимог міжнародних організацій щодо зниження викидів парникових газів та експлуатаційних витрат, особливої актуальності набувають технології рекуперації енергії. Однією з таких технологій на сучасних суднах є валогенератор, який перетворює механічну енергію головного двигуна на електричну. Сучасні валогенераторні установки являють собою високотехнологічні комплекси, інтегровані в загальну енергетичну систему судна [1].

Основна частина. Принцип роботи валогенератора заснований на перетворенні частини потужності, що розвивається головним двигуном і передається на гребний вал, в електричну енергію за допомогою синхронного або асинхронного генератора. Генератор з'єднується з валопроводом через спеціальну передачу, найчастіше – зубчасту або гумово-компенсуючу муфту. Але також існують деякі моделі валогенераторів, які застосовують постійні магніти [2]. Ця технологія є більш сучасною та пропонує якісний стрибок у порівнянні з традиційними синхронними генераторами зі збудженням, забезпечуючи новий рівень ефективності, компактності та надійності для суднових енергетичних установок. У системі з постійними магнітами відсутня система збудження. Замість неї у роторі встановлені постійні магніти, які дозволяють не мати втрат на збудження. Також дозволяє не використовувати щітки чи контактні кільця, що підвищує надійність даного типу генератора. Ще однією з особливостей є високий ККД, завдяки відсутності втрат на збудження та зменшення омичних втрат. Тоді як у класичних валових генераторів $\text{ККД} \leq 95\%$, то у систем з постійними магнітами ККД може досягати аж 98%. Це забезпечує пряме зниження витрати палива та відповідних викидів CO_2 .



Рисунок 1 — Валогенератор з постійним магнітом на сучасному судні

Важливою перевагою систем на основі постійним магнітів є їхня здатність ефективно функціонувати в парі з сучасними частотними перетворювачами. Ця синергія дозволяє генерувати якісну електричну енергію при дуже низьких обертах гребного валу, наприклад, під час повільного ходу або у штормових умовах, коли традиційні валогенератори неефективні. Таким чином, значно розширюються експлуатаційні можливості та тривалість корисного генеруючого циклу. Крім того, частотний перетворювач забезпечує точне й оперативне керування потужністю, що генерується, дозволяючи оптимізувати навантаження на головний двигун та запобігати його перевантаженню. У порівнянні з класичним виконанням, генератор з постійними магнітами при тих же габаритах має більшу питому потужність. Це критично для суден, де обмежені розміри машинних відділень та вага механізмів.

Традиційно єдиним способом, за допомогою якого валогенератори могли

забезпечувати фіксовану частоту в електричній мережі судна, була робота головного двигуна на постійній швидкості. Це неефективний підхід при часткових навантаженнях, під час яких судна проводять значну частину свого робочого часу. Причина полягає в тому, що гвинт і двигун менш ефективні при роботі на високих обертах і низьких навантаженнях. Щоб подолати це обмеження, валовий генератор можна обладнати приводом із змінною швидкістю. Він дозволяє генератору працювати при будь-якій швидкості валу, тому судно завжди може використовувати найефективнішу комбінацію швидкості та кроку гвинта. Робота системи в ідеальній робочій точці дозволяє заощадити до 40% палива в порівнянні з фіксованою або прямою роботою. Це також призводить до зниження викидів CO₂ та оксиду азоту (NO_x).

При виборі валогенератора оператори повинні обов'язково вибрати варіант, призначений для роботи на низьких швидкостях. Ці рішення розроблені з урахуванням незначних втрат намагніченості, що забезпечує високу ефективність при низьких швидкостях і часткових навантаженнях. Перетворювач частоти та сам валогенератор оснащені системою рідинного охолодження та винятковою системою терморегулювання. Це дозволяє зменшити розміри перетворювача, що полегшує його розміщення в обмеженому просторі судна.

Доступні генератори з постійними магнітами, які ефективно працюють у всіх трьох стандартних режимах роботи: Power Take Off (PTO), де генератор використовує головний двигун для вироблення енергії; Power Take In (PTI), для пікової потужності в складних умовах, таких як негода та Power Take Home (PTH), який використовується для резервування та в екстрених ситуаціях [3]. Судна, спроектовані з функцією PTH, часто використовують енергію акумулятора для роботи в повністю електричному режимі, перебуваючи в портах або зонах з обмеженнями щодо викидів.

Валогенератори з постійними магнітами значно ефективніші, ніж звичайні з роторною обмоткою. Завдяки цьому двигуни можуть працювати на нижчих обертах, досягаючи тієї ж потужності, що дозволяє економити паливо. Вони також менші та легші, що полегшує роботу з ними, а сучасні моделі розроблені за принципом «підключи та працюй», що ще більше спрощує процес установки. Менша кількість компонентів та інші конструктивні особливості також роблять валогенератори з постійними магнітами набагато більш надійними і, за необхідності, набагато простішими в обслуговуванні. Їх різні переваги над існуючими рішеннями з обмоткою ротора є очевидними для суднобудівників і операторів, незалежно від того, чи вводять вони в експлуатацію нові судна, чи модернізують існуючі. Рішення з постійними магнітами наближають нас на крок до досягнення мети Міжнародної морської організації щодо скорочення викидів парникових газів від судноплавства вдвічі до 2050 року.

Висновки. Впровадження валогенераторів на основі постійних магнітів є закономірним етапом розвитку суднової енергетики. Вони пропонують комплексне рішення, що одночасно забезпечує підвищення енергоефективності, зниження шкідливих викидів, зменшення експлуатаційних витрат та підвищення надійності енергетичної установки в цілому. Ця технологія повністю відповідає сучасним вимогам «зеленого» судноплавства та є стратегічно важливим напрямом для подальших вдосконалень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Permanent magnet shaft generator systems for marine industry powered by ABB. URL : <https://tinyurl.com/mpe7uxtw>
2. Permanent magnet shaft generator systems. URL : <https://tinyurl.com/hh8d55ay>
3. Permanent magnet shaft generators. URL : <https://tinyurl.com/433vbc8v>

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ВПРИСКУВАННЯМ ПАЛИВА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ГОЛОВНОГО ДВИГУНА СУДНА

Мішук Є. О.

Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: к.т.н., доц. Поливода В.В.

Вступ. У сучасному морському транспорті головний двигун є «серцем» судна, від його ефективності та надійності залежить безпека перевезень і рентабельність експлуатації. Зростання цін на паливо та жорсткі міжнародні екологічні вимоги IMO Tier III та MARPOL Annex VI [1, 2] зумовили пошук нових технологій у системах впорскування палива. Якщо традиційні механічні системи вже досягли межі своєї досконалості, то електронне керування відкрило шлях до підвищення економічності, зниження шкідливих викидів та гнучкості в роботі з різними видами палива.

Основна частина. Розглянемо системи керування впорскуванням палива головного двигуна на основі судових двотактних дизельних двигунів компанії MAN Energy Solutions, під торговою маркою MAN (Maschinenfabrik Augsburg Nürnberg) B&W (Burmeister & Wain). Компанія MAN B&W, як входить до групи компаній MAN Energy Solutions, є лідером у розробці сучасних вискооефективних, надійних та екологічних двигунів, які є рушійною силою більшої частини світового торговельного флоту. На рис. 1 показана номенклатура модельного ряду двигунів, яка враховує різні системи керування впорскуванням палива на четвертій позиції назви — літери ME або MC.

MAN B&W Sample Engine Nomenclature

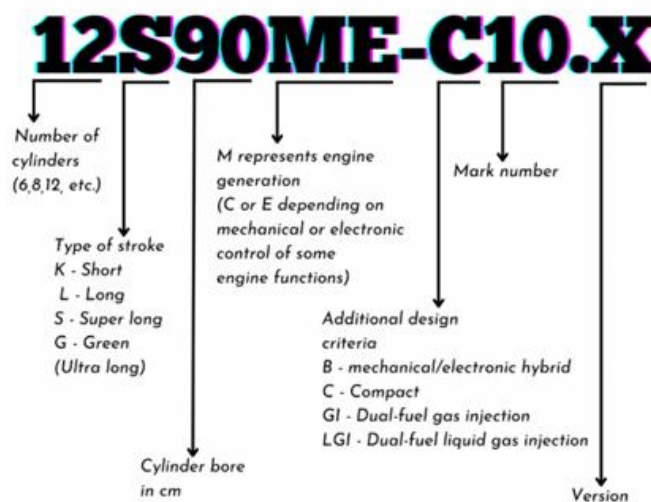


Рисунок 1 — Номенклатура двигуна MAN B&W

Двигуни типу MC (Mechanical Control) [3] є «класичними» з жорстким механічним керуванням впорскуванням палива та вже використовуються декілька десятиліть. Принцип роботи паливної системи таких двигунів можна описати наступним чином: у них є довгий, масивний розподільчий вал (camshaft), який проходить по всій довжині двигуна. На цьому валу знаходяться кулачки (cams), по одному на кожен циліндр для паливного насоса та випускного клапана. Коли вал обертається (синхронно з колінчастим валом), кулачок фізично штовхає штангу, яка приводить в дію паливний насос високого тиску та відкриває випускний клапан. Є також відповідні недоліки, такі як: момент впорскування (timing) та відкриття клапанів жорстко задані профілем кулачка. Їх можна налаштувати, але лише механічно і вони незмінні під час роботи; двигун оптимізований лише для одного конкретного режиму навантаження (зазвичай 80–90%). На малих ходах (slow steaming) він працює неефективно, димить та гірше спалює паливо.

Двигуни типу ME (Electronic Control) [3] — це є сучасне покоління двигунів із використанням електронних систем керування. У двигунах ME відсутній розподільчий вал для приводу насосів та клапанів. Такі двигуни мають інший принцип роботи – в них використовується гідравлічна система з електронним управлінням. Двигун має потужну гідравлічну систему (часто використовується те ж системне масло, що й для змащення), яка підтримує високий тиск. Кожен циліндр оснащений блоком електронних клапанів. Головний комп'ютер двигуна ECS (Engine Control System) посилає електричний сигнал на ці клапани. Клапан відкривається і спрямовує гідравлічне масло високого тиску на привід паливного насоса (який створює тиск впорскування до 2000 бар) або на привід випускного клапана. Момент, тривалість та тиск впорскування, а також момент відкриття/закриття випускного клапана, тепер повністю контролюються комп'ютером в режимі реального часу.

В процесі розвитку низькообертових двотактних суднових двигунів компанія MAN Energy Solutions (раніше MAN B&W) представила два основних напрямки електронно-керованих двигунів: серії ME-C та ME-B. Хоча обидві платформи використовують електронне управління, вони мають фундаментальні конструктивні відмінності, що впливають на їхню експлуатаційну гнучкість, складність та вартість. Двигун ME-C є флагманською, повністю електронною системою без розподільчого валу. Двигун ME-B є гібридним варіантом, що поєднує електронне управління впорскуванням та механічний привід випускних клапанів.

Кожний двигун має свої елементи, принцип роботи паливної системи та інші відмінності. У двигуна MAN B&W ME-C відбулася повна відмова від механічного розподільчого валу. Управління всіма ключовими процесами (впорскування, випуск, змащення) здійснюється комп'ютером через гідравлічні виконавчі механізми. Ключовими елементами цієї системи є: ECS (Engine Control System) — багатопроцесорна система, що отримує сигнали від датчиків (положення колінчастого валу, тиск, температура) та видає команди виконавчим механізмам; HPS (Hydraulic Power Supply) — система гідравлічного живлення; насоси, що створюють робочий тиск сервомасла (200-300 бар) для приводів; HCU (Hydraulic Cylinder Unit) – індивідуальний блок гідравлічного управління, що встановлюється на кожному циліндрі; FIVA (Fuel Injection Valve Actuation, рис. 2) — електрогідравлічний розподільний клапан в HCU, який керує впорскуванням палива та ELVA (Electronic Exhaust Valve Actuation, рис. 3) — клапан, який керує приводом випускного клапана; ALS (Alpha Lubrication System) — електронна система змащення циліндрів.



Рисунок 2 — FIVA (Fuel Injection Valve Actuation)



Рисунок 3 — ELVA (Electronic Exhaust Valve Actuation)

Процес подачі палива відбувається в циклі за таким алгоритмом: 1) ECS безперервно зчитує положення колінчастого валу та поточне навантаження двигуна; 2) Система обчислює оптимальні моменти (таймінги) та тривалість для відкриття випускного клапана та початку впорскування; 3) ECS посиляє електричний сигнал на клапан ELVA; 4) ELVA відкривається, спрямовуючи потік сервомасла високого тиску на гідравлічний привід випускного клапана. Клапан відкривається, починається процес випуску відпрацьованих газів; 5) У точно розрахований момент ECS посиляє сигнал на клапан FIVA; 6) FIVA відкривається, дозуючи потік сервомасла на плунжер паливного насоса високого тиску (ПНВТ) даного циліндра. Плунжер стискає паливо, відбувається впорскування в циліндр; 7) ECS припиняє сигнал на FIVA (завершення впорскування) та ELVA (закриття випускного клапана) відповідно до розрахованої карти роботи. Система забезпечує повний, гнучкий контроль над фазами газорозподілу та профілем впорскування на будь-яких режимах.

Двигуни типу ME-B, в порівнянні з ME-C, є компромісним та більш економічним рішенням. Електроніка контролює лише найважливіший для екології та економічності процес — впорскування палива. Привід випускних клапанів залишається механічним. Ключовими елементами системи є: ECS (Engine Control System) — багатопроцесорна система, але вона не керує вихлопом; HPS (Hydraulic Power Supply) — система гідравлічного живлення (аналогічна ME-C); HCU (Hydraulic Cylinder Unit) — індивідуальний блок, але простішої конструкції; ELFI (Electronic Fuel Injection, рис. 4) — електронна система, клапан в HCU, що керує тільки впорскуванням палива (функціональний аналог FIVA). Розподільчий вал (camshaft) є головною відмінністю. Це механічний вал з приводом від колінчастого валу, на якому знаходяться кулачки тільки для приводу випускних клапанів.



Рисунок 4 — ELFI (Electronic Fuel Injection)

Процес подачі палива дещо інший: 1) ECS зчитує положення колінчастого валу та навантаження; 2) Система обчислює оптимальний момент та тривалість лише для впорскування палива; 3) Одночасно з цим розподільчий вал обертається. У заданий конструкцією момент кулачок на валу механічно (через штовхач та гідравлічний підсилювач) приводить в дію випускний клапан. Момент відкриття/закриття жорстко заданий профілем кулачка; 4) У розрахований комп'ютером момент ECS посиляє сигнал на клапан ELFI; 5) ELFI відкривається, спрямовуючи сервомасло на плунжер ПНВТ. Відбувається впорскування; 6) ECS припиняє сигнал на ELFI, впорскування завершується. Так як гнучкий контроль лише над процесом впорскування, вихлопи неоптимальні на часткових режимах, оскільки є механічно фіксованими.

Дослідження електронних систем впорскування палива, зокрема на прикладі двигунів MAN B&W серій ME-C та ME-B, демонструють сучасний розвиток у проектуванні та експлуатації сучасних суднових енергетичних установок. Такий розвиток є прямою відповіддю на посилення міжнародних вимог щодо екологічної безпеки та потребу у впровадженні ресурсозберігаючих технологій у морській індустрії. Ключова відмінність між дослідженими серіями полягає у ступені електронної інтеграції: двигуни ME-C являють собою повністю електронні системи, де відсутній традиційний розподільчий вал. Електронно-гідравлічне управління реалізоване як для впорскування палива (FIVA), так і для приводу випускних клапанів (ELVA). Це забезпечує максимальну гнучкість, дозволяючи комп'ютеру (ECS) оптимізувати робочий процес циліндра в будь-яких режимах навантаження; двигуни ME-B є гібридним рішенням — вони використовують аналогічне електронне управління впорскуванням палива (ELFI) для досягнення високої економічності, але зберігають полегшений механічний розподільчий вал для приводу випускних клапанів. Це дещо обмежує гнучкість оптимізації фаз газорозподілу, але суттєво знижує початкову вартість та складність установки. З точки зору захисту навколишнього середовища, обидві системи ME є революційними. Гнучке управління процесом впорскування дозволяє знизити викиди NO_x (оксидів азоту) шляхом точного контролю моменту впорскування та профілю горіння, що дає змогу керувати піковими температурами в циліндрі та викиди CO₂ як прямий наслідок більш ефективного спалювання та загальної економії палива. Електронне управління дозволяє усунути димність на малих навантаженнях, забезпечуючи повне та ефективне згоряння палива в режимах, які були вкрай неефективними для двигунів попереднього покоління (MC).

Висновки. Таким чином, впровадження електронно-керованих двигунів докорінно змінило суднові енергетичні установки. Вони перетворилися з жорстких механічних систем на адаптивні комплекси. Двигуни ME-C та ME-B є ключовою технологією, що дозволяє судноплавству одночасно відповідати суворим екологічним стандартам (ІМО Tier II/Tier III) та досягати високих показників економічної ефективності, що є критично важливим для сталого розвитку галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. IMO Tier III Nitrogen Oxide (NO_x) emissions compliance. URL : <https://www.ukpandi.com/news-and-resources/news/article/articles/2022/imo-tier-iii-nitrogen-oxide-nox-emission-compliance/>
2. Nitrogen Oxides (NO_x) — Regulation 13. URL : [https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/nitrogen-oxides-\(nox\)-%E2%80%93-regulation-13.aspx](https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/nitrogen-oxides-(nox)-%E2%80%93-regulation-13.aspx)
3. Lets know the comparison of MC engines, RT-FLEX engines, And ME Engines. URL: <https://www.marineengineersknowledge.com/2025/06/mc%20rtflex%20and%20me%20engines.html>

MODERNIZING MARINE ENERGY: ANALYZING RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES ON LNG CARRIERS AND AUTOMATION IN SHIP ELECTRIC POWER PLANTS

Наум Д. В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: ст.в. Тимощук Ю.В.

Introduction. Ship electric power plants (SEPP) are a key component of the energy infrastructure of modern vessels. They supply electrical energy to all onboard systems: navigation complexes, automation equipment, propulsion systems, control units, as well as the crew's living and service areas. The development of the global maritime fleet, the strengthening of environmental regulations, and the need to reduce operating costs have led to the implementation of resource-saving technologies in the design and operation of SEPPs. This enables more efficient fuel use, a reduction in harmful emissions, and an extension of equipment lifespan.

The purpose of this article is to examine the main components of ship electric power plants, identify operational challenges, and analyze modern resource-saving technologies used in the maritime industry.

Main Components of Ship Electric Power Plants. A modern ship electric power plant consists of a series of interconnected components that provide the generation, conversion, distribution, and control of electrical energy on board. These core elements are the main and auxiliary diesel generators, which operate in various modes depending on the load and the type of voyage. The main generators are typically used during sailing when the primary power system is active, while auxiliary generators operate when the vessel is at anchor or maneuvering in ports. Transformers, switchboards, circuit breakers, synchronization systems, and power quality control equipment also play a critical role.

Control of the electric power plant is carried out through an automation complex that includes remote control, monitoring, and emergency protection systems. The level of automation directly affects equipment efficiency, fuel economy, and the overall safety of the crew and vessel. On modern ships, digital diagnostic systems have become especially important, allowing real-time monitoring of machinery operation and the prediction of potential faults.

Resource-Saving Technologies in Marine Power Systems. Energy efficiency and environmental safety have become increasingly important at the international level since maritime transport is one of the major sources of harmful atmospheric emissions. The International Maritime Organization (IMO) has introduced a series of standards limiting the emissions of sulfur oxides, nitrogen oxides, carbon dioxide, and particulate matter. As a result, shipbuilding companies and shipowners are implementing resource-saving technologies aimed at reducing fuel consumption and improving the efficiency of power systems.

One of the most promising approaches is the use of hybrid power systems that combine diesel engines with electric propulsion units and high-capacity batteries. This approach reduces fuel consumption, optimizes energy regimes, and decreases noise and vibration levels.

Another way to improve efficiency is through the use of frequency converters in the drives of pumps, fans, and auxiliary mechanisms. Controlling the motor speed allows the power of mechanisms to adapt to the actual load, which significantly reduces energy losses. In shipboard conditions, this is especially important because each extra liter of fuel consumed by auxiliary systems increases operating costs.

Digital Monitoring and Automation Systems. Modern diagnostic technologies enable continuous monitoring of electric machines, transformers, and cable networks. The use of SCADA systems, PLC controllers, and intelligent sensors allows early detection of anomalies and prevents serious failures. Digital platforms also support energy optimization by analyzing vessel operating modes and adjusting load distribution among generators.

The emergence of remote control and diagnostic systems not only increases reliability but

also reduces the number of maintenance personnel required. This is particularly important in modern maritime operations, where crew members often work in variable climatic and psychological conditions.

Innovative and Resource-Saving Technologies Based on LNG. The gradual transition of the global fleet to liquefied natural gas (LNG) has become one of the most significant directions in the modernization of ship electric power plants in the 21st century. LNG provides a substantial reduction in emissions of sulfur oxides, nitrogen oxides, and carbon dioxide compared to traditional marine fuels, ensuring compliance with international environmental standards such as MARPOL Annex VI [1]. The transition to LNG requires adaptation of internal combustion engine designs, fuel storage and supply systems, and modernization of power management systems.

A key feature of LNG-oriented power systems is the stability and optimization of generator operation. The use of gas or dual-fuel engines allows flexible load regulation, reducing fuel consumption and extending equipment lifespan. These systems are especially widespread in global LNG transportation, where LNG carriers function both as transport vessels and as integral parts of the fuel transfer and storage chain.

Alongside the shift to LNG, the implementation of intelligent energy management systems has become increasingly important. These systems analyze engine operation, electrical loads, and climatic conditions. Optimization based on machine learning and adaptive control algorithms enables automatic power reduction during peak demand or load balancing between different energy sources. Such systems not only save fuel but also reduce mechanical and thermal stress on equipment, prolonging its service life.

The development of hybridization in electric power plants — where traditional diesel generators are combined with high-capacity batteries and energy recovery systems — creates new approaches to onboard energy management. The active use of supercapacitors and lithium-iron-phosphate batteries helps smooth short-term peak loads, reducing wear on engines and generators during maneuvering operations. This approach is especially relevant for LNG vessels, where gas engines can be combined with energy storage systems to achieve maximum efficiency and minimal environmental impact.

LNG carriers — specialized vessels for transporting liquefied natural gas at extremely low temperatures — deserve special attention. The electric power plants on these ships must ensure reliable operation of liquefaction, cooling, and gas transfer systems, which impose strict requirements on power supply stability. The use of dual-fuel engines capable of operating on both diesel fuel and natural gas from boil-off gas evaporators allows optimization of fuel use and reduction of environmental impact.

On LNG carriers, the automated power management system plays a crucial role in balancing loads between generators, propulsion motors, cooling units, and auxiliary systems. An important feature of these systems is their ability to respond rapidly to changes in load caused by fluctuations in energy consumption in liquefaction and regasification systems. Digital monitoring platforms enable the central control station to track the technical condition of equipment in real time, quickly detecting deviations and minimizing the risk of failures.

Automation and Monitoring Systems Based on Kongsberg. The use of automated power management systems is an essential condition for the effective operation of modern LNG carriers. One of the most widespread platforms is the integrated control system developed by Kongsberg, which provides centralized supervision of generators, switchboards, cooling systems, and gas handling circuits. Its modular architecture allows configuration customization according to the technical specifications of a particular vessel. The system continuously monitors load parameters, automatically adjusting generator frequency and output to maintain optimal operating conditions.

Kongsberg systems also perform real-time diagnostics, enabling early detection of irregularities and preventing emergency situations. This is especially critical for LNG vessels, where the reliability of cryogenic systems directly depends on the stability of the power supply.

The use of predictive analytics and remote support from the manufacturer helps reduce equipment downtime and improve operational efficiency. [3]

Hybrid Power Systems and the Smart-Grid Concept on LNG Carriers. The further development of ship electric power plants is associated with the introduction of hybrid power schemes that combine diesel and gas engines with energy storage modules. This approach reduces the load on main generators during peak demand, stabilizes voltage and frequency, and lowers fuel consumption through optimized operation of the propulsion system. The smart-grid concept on board involves the integration of monitoring, forecasting, and adaptive control systems that dynamically distribute loads among generators based on their current efficiency, fuel system condition, and wear level.

An important aspect of hybridization is the ability of the ship power system to operate under minimal load without risks of carburation or gas pressure drops. On LNG carriers, battery modules ensure operational power reserves for pumping systems, compressors, and cooling units—particularly critical when maneuvering or operating in restricted harbors. Such integration significantly improves vessel energy efficiency and ensures compliance with international emission control standards.

To sum up, ship electric power plants are undergoing stage of profound modernization, the main focus of which is improving energy efficiency and reducing environmental impact. The transition to liquefied natural gas, the implementation of hybrid energy schemes, and the integration of control systems based on digital platforms such as Kongsberg significantly enhance the reliability and adaptability of ship energy systems. LNG carriers represent a new generation of vessels in which ecological standards and technological innovation are integral parts of technical operation.

Conclusions. The successful operation of such systems is impossible without highly skilled specialists, particularly marine electro-technical officers, who ensure the continuous and optimal functioning of electric power processes. Their professionalism and ability to work with modern automated systems determine the overall efficiency of the vessel's performance.

REFERENCES

1. MARPOL Annex VI and the Act To Prevent Pollution From Ships (APPS). URL : <https://www.epa.gov/enforcement/marpol-annex-vi-and-act-prevent-pollution-ships-apps>
2. <https://www.wartsila.com/insights/article/wartsila-31sg-the-worlds-most-efficient-4-stroke-engine>
3. Wärtsilä 31SG, the world's most efficient 4-stroke engine. URL : <https://www.kongsberg.com/maritime/products/engines-engine-room-and-automation-systems/automation-safety-and-control/vessel-automation-k-chief/>
4. Why a systems approach is the smart choice for naval integration. URL : https://www.kongsberg.com/maritime/feature_articles/2025/10/systems-approach-spells-success/

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АМІАКУ (NH_3) ТА СУМІШЕЙ В ЯКОСТІ ПАЛИВА ДЛЯ СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Обертинський П.В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: ст. в. Дзигар А.К.

Вступ. Воднева енергетика як перспективний напрям ресурсозбереження. Діяльність людини спричиняє швидкі зміни клімату, а транспортна галузь, зокрема морський та річковий транспорт, істотно впливає на викиди парникових газів у атмосферу. Ці викиди відіграють помітну роль у глобальному потеплінні та підвищенні температури поверхні Землі. Через нестабільність політичної ситуації у світі питання скорочення шкідливого впливу транспорту стає ще більш актуальним.

Морські перевезення щорічно генерують близько 940 мільйонів тонн CO_2 , що становить приблизно 2,5 % від усіх глобальних викидів парникових газів. Якщо не застосовувати альтернативні види палива або не зменшувати використання викопного палива, до 2050 року ці викиди можуть зрости майже на половину. У відповідь на це ІМО встановила жорсткі цілі: скорочення викидів з суден на 40 % до 2030 року, на 70 % до 2050 року та досягнення нульового рівня CO_2 до кінця XXI століття.

У цьому контексті виникає потреба в паливі, яке не містить вуглецю, на відміну від традиційної нафти, що на 80 % складається з вуглецю. Одним із перспективних варіантів є аміак (NH_3) — сполука азоту і водню. Аміак вже широко використовується у сільському господарстві, хімічній промисловості, металургії, у виробництві синтетичних волокон, пластмас, фарб та побутової хімії. Крім того, він застосовується як реагент для зниження викидів NO_x у дизельних двигунах [1].

Завдяки своїй хімічній структурі аміак розглядається як носій водню та потенційне без вуглецеве паливо для морського транспорту. Використання аміаку дозволяє зменшити залежність від нафти та скоротити викиди CO_2 , відкриваючи перспективу більш екологічно чистого судноплавства. Додатковою перевагою є те, що аміак можна зберігати і транспортувати відносно безпечно за умови дотримання стандартів безпеки та сучасних технологій зберігання.

Основна частина. Сучасне морське судноплавство перебуває на перехресті технологічних змін і екологічних викликів. Світова спільнота дедалі більше усвідомлює вплив суднових двигунів на зміну клімату: транспортна галузь щорічно генерує значну частку викидів парникових газів, зокрема CO_2 , що сприяє глобальному потеплінню. В умовах зростаючого тиску на скорочення вуглецевого сліду і необхідності відповідати міжнародним екологічним стандартам, пошук ефективних та безпечних альтернатив викопному паливу стає одним із пріоритетів.

Серед перспективних рішень — використання водню, аміаку, біопалива, метанолу та електричної енергії. Водень і аміак розглядаються як без вуглецеві джерела енергії, здатні значно знизити викиди CO_2 , проте їх застосування вимагає уваги до безпеки та технологічних особливостей. Біопаливо та біометанол можуть зменшувати залежність від викопних ресурсів, але потребують контрольованого виробництва та транспортування через потенційні екологічні ризики. Електроенергія, хоча й не створює шкідливих викидів під час експлуатації судна, має вплив на навколишнє середовище на стадії виробництва та утилізації.

Аміак, завдяки своїм хімічним властивостям і широкому застосуванню у промисловості, виступає одночасно як носій водню та перспективне без вуглецеве паливо для морських двигунів. Його впровадження дозволяє зменшити викиди та підвищити екологічну ефективність судноплавства, відкриваючи нові можливості для переходу до «чистих» енергетичних систем.

Таким чином, розвиток альтернативних видів палива та енергетичних технологій є ключовим елементом для досягнення вуглецевої нейтральності в морському транспорті,

водночас ставлячи перед науковцями та практиками завдання з оцінки ризиків, безпеки та економічної ефективності нових рішень [1,2].

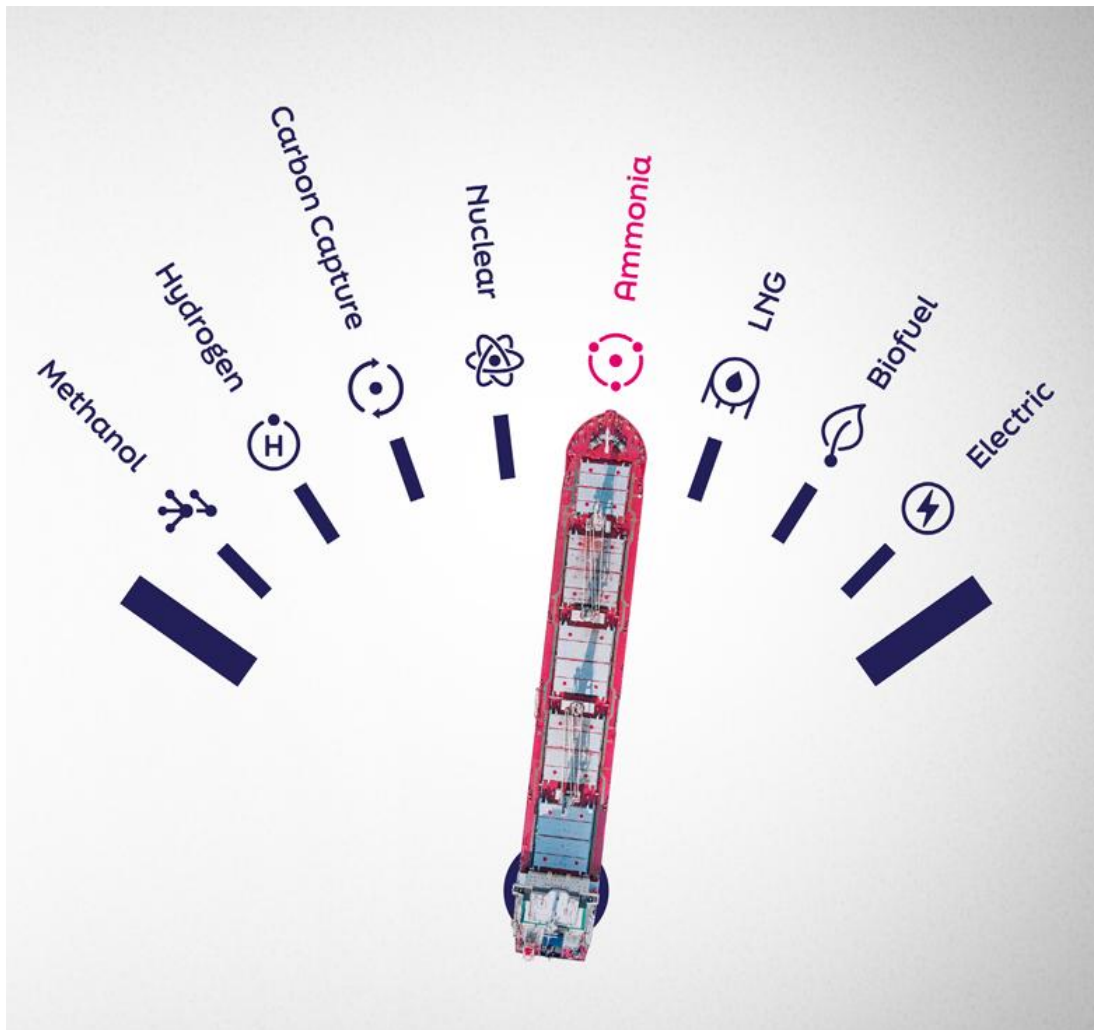


Рисунок 1 — Аміак найперспективніше паливо суднового двигуна [1, 2]

Аміак — паливо майбутнього для морського транспорту (1, 2).

Аміак сьогодні розглядають як один із найперспективніших варіантів альтернативного палива для суднових двигунів і навіть називають його «паливом майбутнього». За оцінками Міжнародного енергетичного агентства у доповіді «Перспективи енергетичних технологій 2020», аміак лідирує серед альтернативних джерел енергії за довгостроковим прогнозом до 2070 року. Аналогічно, прогноз компанії DNV передбачає, що до 2050 року морський транспорт значною мірою перейде на гази та паливні суміші з дуже низьким або нульовим вмістом вуглецю, де аміак займатиме провідну роль.

Сучасні дослідницькі проекти також підтримують цей тренд. Наприклад, в рамках програми ЄС «Горизонт 2020» у Норвегії розробляють аміачні енергетичні батареї за принципом водневих батарей. Крім того, норвезька хімічна компанія «Yara» планує до 2026 року повністю усунути використання вуглеводнів у виробництві аміаку, що дозволить отримати екологічно чистий продукт для енергетичних потреб.

Завдяки своїм властивостям аміак не лише здатний зменшити викиди CO₂ у морському транспорті, але й забезпечує реальні шляхи для переходу на без вуглецеву енергетику. Його впровадження може стати ключовим кроком до досягнення цілей вуглецевої нейтральності у глобальному судноплаванні.

Перспективи та потреба в альтернативних морських паливах (1,2).

Аміак (NH₃) сьогодні розглядають як ключове альтернативне паливо для морського

транспорту та стаціонарних дизельних установок. Його виробляють переважно через синтез водню з природного газу або вугілля, що забезпечує понад 98% глобального обсягу виробництва. Цей процес потребує значної енергії (приблизно 28–33 ГДж на тону NH_3) та супроводжується високими викидами CO_2 — близько 1,6 тони на тону аміаку, що складає приблизно 1,8% глобальних парникових газів. Водночас активно розвивається «зелений аміак», який виробляють виключно з поновлюваних джерел енергії. Його впровадження дозволить зменшити залежність від викопного палива та скоротити викиди CO_2 . За прогнозами, ринок зеленого аміаку зростатиме щорічно понад 7% у 2021–2027 роках, відкриваючи широкі перспективи для використання в суднових і стаціонарних дизельних двигунах.

Можливості застосування аміаку у двигунах (2).

Аміак може ефективно слугувати джерелом енергії або носієм водню завдяки високій щільності водню та відносній простоті транспортування й зберігання. Рідкий NH_3 зручно утримувати при -33°C і тиску 9 бар, а газоподібний аміак легко виявляється за характерним різким запахом ще до досягнення небезпечних концентрацій.

Головні складності використання аміаку у двигунах внутрішнього згоряння пов'язані з його низькою реакційною здатністю: висока температура самозаймання (924 К), повільна швидкість полум'я та широкі межі горючості. Проте високий октановий номер NH_3 дозволяє підвищувати коефіцієнт стиснення двигуна, що може підвищити ефективність. Для прискорення горіння додають невелику частку водню або використовують двопаливний режим із дизельним чи керосиновим запалювачем.

Експериментальні дослідження показали, що аміак можна застосовувати як основне паливо з часткою енергії до 95%, з мінімальними втратами продуктивності двигуна та зменшенням викидів CO_2 приблизно на 12% при заміні частини повітря на NH_3 або H_2 . Системи високотискового впорскування забезпечують більш повне згоряння та знижують шкідливі емісії.

Отже, аміак демонструє значний потенціал як без вуглецеве паливо, особливо для морського транспорту, і його широке використання може стати важливим кроком на шляху до вуглецевої нейтральності.

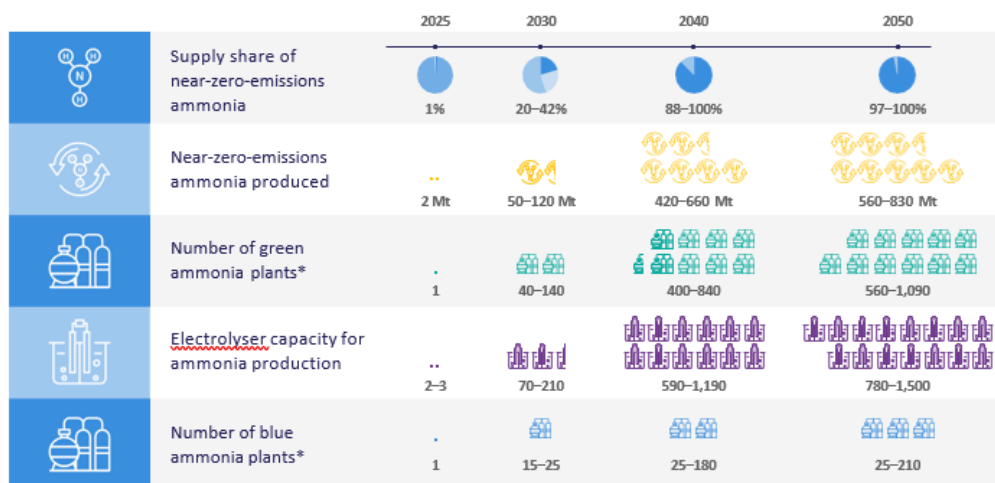


Рисунок 2 — Прогноз зростання виробництва аміаку [2]

Транспортування аміаку морем (2, 3).

Попит на аміак у морських перевезеннях зростає. Очікується, що аміак стане важливим енергетичним носієм, який можна транспортувати через океани. У зв'язку з цим зростатиме потреба у газовозах, частина з яких використовуватиме вантаж (аміак) як паливо. Також передбачається зростання попиту на аміак як бункерне паливо для суден, що не перевозять газу.

Дорожня карта уряду Японії передбачає використання 30 млн тонн паливного

аміаку до 2050 року, починаючи з технологій співспалювання і поступово переходячи на 100% спалювання аміаку. У портах Нідерландів і Німеччини планується будівництво великих установок для крекінгу аміаку, щоб задовольнити національний попит на водень. Для цього потрібно буде імпортувати близько 3,7 млн тонн аміаку на рік.

Згідно з дослідженням Університету Манчестера, замовленим Міжнародною палатою судноплавства, до 2030 року необхідно побудувати приблизно 20 великих аміакозовів щорічно, щоб задовольнити транспортні потреби, тоді як зараз флот налічує менше ніж 450 суден. Наявна мережа складається переважно з малих і середніх LPG/аміакозовів, але для задоволення майбутнього попиту будуть потрібні великі газозови (VLGC) або великі аміакозови (VLAC). Очікується, що до 2030 року буде потрібно приблизно 130 VLAC, щоб покрити потребу в імпорті. Якщо цього не станеться, компанії змушені будуть використовувати частину місткості ринку VLGC.

Аміак уже десятиліттями транспортується морем — це усталена технологія, бо аміак є одним із найбільш розповсюджених хімічних вантажів у світі. Сьогодні існує інфраструктура для транспортування аміаку — термінали, насоси, трубопроводи, танки, системи охолодження. Саме тому аміак вважають «готовим рішенням» для міжнародної торгівлі воднем (бо аміак — зручна форма зберігання водню). Крекінг-установки у приймаючих портах зможуть розкласти NH_3 на H_2 , забезпечуючи екологічно чисте паливо для інших галузей. Головна перевага транспортування аміаку над зрідженим воднем — вищі температури зберігання і нижчий тиск, що зменшує енергоспоживання і ризики.

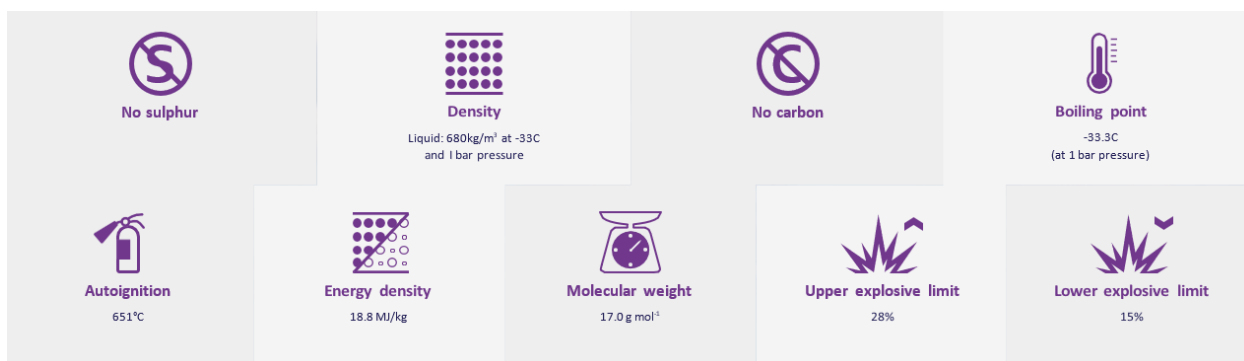


Рисунок 3 — Переваги аміаку як майбутнього палива суднового двигуна [3, 4]

Зберігання аміаку на борту судна (2, 3, 4).

Система зберігання і подачі аміаку на суднах включає:

- станцію бункерування аміаку та паливні баки;
- систему подачі палива;
- систему вентиляції і відведення парів;
- систему азотного постачання;
- систему пом'якшення викидів аміаку.

Найважливішим елементом є система пом'якшення витоків аміаку (Ammonia Release Mitigation System), яка зменшує концентрацію аміаку до безпечного рівня. Щоб забезпечити ту ж кількість енергії, рідкому аміаку потрібно приблизно у 2,8 рази більше об'єму, ніж морському газойлю.

Аміак зберігається у рідкому стані при температурі -33°C . Баки повинні бути захищені від механічних пошкоджень і обладнані системами запобігання витокам. Через токсичність аміаку випуск його в атмосферу заборонено, тому передбачені зворотні парові лінії.

Резервуари для зберігання:

- Type A, B, C — незалежні від конструкції судна (Type C — під тиском, найчастіше на малих суднах);
- Мембранні баки, адаптовані під аміак.

Матеріали баків мають бути стійкими до корозійного розтріскування під напругою (SCC).

- Системи зберігання аміаку проектується за стандартами IGC Code (International Gas Carrier Code), які визначають вимоги до матеріалів, вентиляції, розташування і захисту.
- Системи баків мають подвійні стінки з простором для контролю витоків і аварійного відведення парів.
- Для безпеки екіпажу біля баків і паливних ліній встановлюються газові детектори аміаку з автоматичним сигналом тривоги.
- При розливі або витокі навіть невелика кількість NH_3 може утворювати токсичну хмару, тому вентиляційні системи повинні мати автоматичне аварійне відключення та фільтрацію повітря.
- Під час бункерування (заправки паливом) обов'язкові захисні бар'єри, камера контролю витоків і спеціальні клапани з відсіченням потоку.

Використання аміаку як палива (2, 3, 4).

Використання аміаку як палива активно розвивається. Аміак може використовуватись у чистому вигляді або як частина подвійної паливної системи (з дизелем чи іншим пілотним паливом). Його головна перевага — відсутність вуглецю в складі молекули, що дозволяє уникнути CO_2 -викидів.

Однак аміак має складне займання, тому завжди потребує пілотного палива. Якщо як пілот використовується дизель, це негативно впливає на викиди, тому в майбутньому потрібно застосовувати вуглецево-нейтральне пілотне паливо.

Аміак має високу енергетичну щільність на об'єм, але низьку швидкість горіння, тому його спалювання потребує спеціальних камер згорання і систем рециркуляції газів, щоб стабілізувати полум'я.

Під час спалювання аміаку можуть утворюватися оксиди азоту (NO_x), тому кожна установка повинна мати SCR-систему (Selective Catalytic Reduction).

Через токсичність NH_3 , усі труби, клапани і фланці у паливній системі мають бути герметичними і перевірятися перед рейсом.

Існує концепція ко-спалювання: аміак спалюється разом з невеликою кількістю метанолу або дизеля, щоб покращити займання. Це дозволяє адаптувати звичайні двигуни до аміаку без повної перебудови.

Суднові двигуни, що працюють на аміаку (2, 3, 4).

WinGD оголосила, що її двотактні двигуни X-DF-A з подачею аміаку будуть готові у 2025 році. Вони будуть встановлюватися на аміаковозах Exmar LPG та балкерах Bosimar (210 000 DWT). Двигуни будуть відповідати стандартам IMO Tier II і вимагатимуть SCR-системи для відповідності Tier III. Спільно з Mitsubishi Shipbuilding, WinGD розробляє паливну систему для цих двигунів.

MAN Energy Solutions проводить випробування одноциліндрового двигуна на аміаку в Копенгагені. У 2024 році компанія Mitsui (ліцензіат MAN) поставить повномасштабний тестовий двигун на новозбудоване судно. Також MAN розробляє модульні двигуни, які можна модернізувати для роботи на аміаку і дизелі (dual-fuel).

Wärtsilä запустила чотиритактний двигун Wärtsilä 25 з опцією роботи на аміаку, а також бере участь у консорціумі з розробки таких двигунів за підтримки ЄС (10 млн доларів). У Норвегії вже проводяться повномасштабні тести двигунів на 70% суміші аміаку, підтримані урядом. Двигуни, що працюють на аміаку, повинні мати спеціальні системи впорскування і контролю тиску, щоб уникнути передчасного займання або зворотного полум'я. Аміак не підтримує самостійне горіння при низьких температурах, тому у двотактних двигунах передбачено «пілотне» упорскування дизеля. Компанія MAN Energy Solutions уже отримала замовлення на серійне виробництво двигунів MAN B&W на аміаку з 2025 року.

Wärtsilä 25 Ammonia стане першим серійним середньообертним двигуном,

сертифікованим для морського використання аміаку.

У перспективі двигуни будуть модульними, тобто придатними для переобладнання з дизельних на аміакові без повної заміни систем.

Використання аміаку як палива є важливим кроком до чистого та безпечного майбутнього морського транспорту. На відміну від традиційних викопних палив, аміак не містить вуглецю, а отже, не створює викидів CO₂, що забруднюють повітря та прискорюють зміну клімату. Його впровадження дозволяє суттєво зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та зробити судноплавство більш екологічним. Використання аміаку — це не лише технологічний прогрес, а й свідомий вибір відповідальності та турботи про планету і майбутні покоління. Сучасний морський транспорт стоїть на порозі енергетичної трансформації. Зусилля щодо скорочення викидів парникових газів та переходу на вуглецево нейтральні технології змушують шукати ефективні альтернативи традиційному паливу. У цьому контексті аміак (NH₃) виділяється як одне з найперспективніших рішень. Він поєднує безвуглецевий склад, високий вміст водню та відносну безпеку транспортування і зберігання. Дослідження показують, що аміак може використовуватися як основне паливо у дизельних двигунах із турбонаддувом, забезпечуючи високу частку енергії та одночасне зменшення викидів CO₂. Використання двопаливних режимів і високотискових систем впорскування дозволяє вирішувати технічні обмеження, пов'язані з повільним горінням та високим октановим числом, роблячи аміак реальним варіантом для морського транспорту майбутнього. Інші альтернативні види палива — зріджений природний газ (СПГ), водень, метанол, біодизель або електроенергія — також розглядаються як шляхи зниження вуглецевого сліду. Кожен із них має свої переваги та обмеження: СПГ знижує CO₂, але сприяє викидам метану; водень чистий, але складний у зберіганні та легко займистий; метанол і біопалива менш стабільні, можуть кородувати обладнання і спричиняти локальне забруднення; електроенергія без викидів на борту, але залежить від способу її виробництва. Попри ці альтернативи, аміак демонструє унікальне поєднання безвуглецевості, технологічної досяжності та потенціалу для широкого впровадження.

Висновки. Розвиток зеленого аміаку та його інтеграція з сучасними судовими технологіями відкриває реальні перспективи для суттєвого зниження викидів і сприяє переходу морського транспорту до сталого майбутнього. Отже, аміак заслужено може розглядатися як провідне паливо наступного покоління, тоді як інші альтернативи виконують допоміжну роль у зменшенні впливу судноплавства на клімат і навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fuel for Thought: Ammonia. — Аналітичний звіт Lloyd's Register. URL : https://www.lr.org/en/knowledge/research-reports/2024/fuel-for-thought-ammonia-report/?creative=760324540558&keyword=ammonia%20ship%20fuel&matchtype=p&network=g&device=c&utm_source=google&utm_campaign=&utm_medium=cpc&utm_content=&utm_term=ammonia%20ship%20fuel&gad_source=1.
2. Alternative fuels: the options. URL : <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/alternative-fuels/>.
3. Green Shipping Tech Driving Maritime Sustainability. URL : <https://indepthresearch.org/blog/green-shipping-tech-driving-maritime-sustainability/>.
4. Safety of ammonia as a fuel in shipping. URL : <https://www.emsa.europa.eu/newsroom/latest-news/item/5532-safety-of-ammonia-as-a-fuel-in-shipping-new-reports.html>.

NEW FUELS, NEW CHALLENGES: IMPACT ON SHIP MACHINERY

Ryabukha Nikita

Kherson State Maritime Academy

Scientific Supervisor: Senior Lecturer Afanasiievskaya Iryna

Shipping is responsible for 2 to 3% of global emissions. Recognizing this, the International Maritime Organization has set a bold goal to fully decarbonize the sector by 2050. Achieving this will require a major transition from current high-emission fossil fuels to new zero-emission alternatives. ISO 8217 outlines quality standards for marine fuels. The latest edition, ISO 8217:2024, incorporates recent advancements, including broader categorization, the inclusion of biofuels up to B100, and stricter compositional criteria.

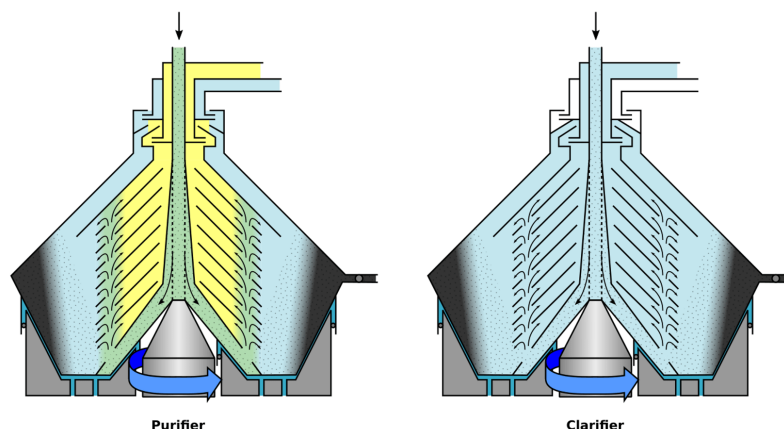


Picture1 — IMO Flyer

Ships must adhere to numerous regulations, including those enforced by the MARPOL Convention, the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships. According to modern amendments of Annex 6, ships must meet several emission limits, either by using low-sulfur fuel or through the application of an exhaust gas scrubber. Among the most promising new fuels are methanol and "green" ammonia. These have significantly impacted the engine industry; for instance, companies like MAN Diesel, Wärtsilä, and WinGD are now producing dual-fuel engines capable of operating on both liquid (petroleum-based) and gaseous fuels (mostly LNG): MAN B&W ME-GI, Wärtsilä-SG, Wärtsilä-DF, WinGD X-DF. Additionally, there are engines that can use methanol, such as the MAN B&W ME-LGIM, and ammonia, like the MAN B&W ME-LGIA and WinGD X-DF-A. The shift to new fuels affects fuel consumption, as both ammonia and methanol have lower energy densities than conventional fuels. This means ships will need larger tanks than currently used for traditional fuels, or they will need to refuel more often.

Since 2020, it has become evident that using very low-sulfur fuels (VLSFO) presents a complex technical contradiction. On one hand, according to Stokes' law, the low viscosity of VLSFO should increase the separation rate of abrasive particles. However, in practice, it has been observed that low viscosity actually decreases the efficiency of centrifugal separators, particularly in the removal of catalytic particles (Cat Fines). This is because the advantages of

reduced viscosity are counterbalanced by other characteristics of the new fuel blends. It is important to remember that a centrifuge is traditionally part of the fuel transfer system on merchant vessels, designed to separate liquid phases based on density differences using centrifugal force.



Picture 2 — Separator modes

However, technical tests have shown that traditional separation control methods using gravity discs become ineffective with VLSFO. The solution to this issue is the implementation of automated technologies like ALCAP (Automatic Liquid-Liquid Separation). ALCAP continuously monitors the water content in the purified oil and automatically adjusts the separator's operation to adapt to the changing nature of the fuel. This maximizes the removal of Cat Fines and minimizes losses, ensuring uninterrupted operation. A key operational strategy for enhancing cleaning efficiency is to increase the fuel's residence time in the separator bowl, which necessitates reducing the separator's throughput to a minimum level sufficient to meet the engine's fuel consumption. Increasing residence time directly improves particle removal. Furthermore, to enhance separator performance and cleaning efficiency, selecting the correct separator configuration is crucial. While sequential cleaning mode is preferable (up to 80%), parallel operation can be utilized to boost overall performance up to 85%. As the industry trends towards slow steaming, where engines rarely operate at full power, systems like Flow-Sync with variable frequency drives (VFDs) align separator fuel delivery with actual engine consumption. This is critical as it prevents the need to pump cleaned fuel back into the tank, avoiding re-contamination and optimizing residence time. As the marine industry progresses toward decarbonization, fuel treatment system requirements are undergoing significant changes. Alternative fuels such as methanol and ammonia do not contain Cat Fines or heavy residues. Under these conditions, focus shifts from mechanical abrasive removal to chemical management, safety, and prevention of cross-contamination. For methanol and ammonia, specialized fuel delivery modules (e.g., FCM Methanol) are used, which provide control over flow, pressure, and temperature, and include comprehensive safety features like automatic leak testing and purging. From a regulatory standpoint, methanol and aqueous ammonia are classified as hazardous substances (Category Y under the IBC Code). Although the IGF Code does not yet fully cover these fuels, there are interim IMO guidelines (MSC.1/Circ.1621 for methanol), and draft guidelines for ammonia are in development. These regulations impose stringent requirements on storage and piping systems to minimize emission sources and ensure the safety of the crew and environment.

For zero-emission ships utilizing hydrogen, methanol, or ammonia in fuel cells, a new class of cleaning systems is necessary. The sensitivity of fuel cell membranes, especially PEM cells, demands exceptional fuel purity, as even trace contaminants such as CO, sulfur, or moisture can cause irreversible performance degradation, and moreover, this type of fuel is very costly.

While HFO/VLSFO requires increased centrifugal force to combat abrasive particles,

alternative fuels necessitate a shift in the physical cleaning principle, moving towards addressing molecular and chemical contaminants. With modern fuel cells expected to last over 100,000 hours, ultra-fine filtration systems are crucial in protecting these valuable assets from premature chemical degradation, becoming essential for safety and reliability.

Modern ships are advised to shift from VLSFO, or Very Low Sulfur Fuel Oil, to LSMGO, or Low Sulfur Marine Gas Oil. This transition is not as simple as flipping a switch or opening and closing some valves; switching fuel types demands preparation. Initially, it is crucial to ensure the LSMGO supply is uncontaminated. Regulations state that once the vessel crosses the boundary, it must already be using fuel with a sulfur content below 0.1%.

In the future, shipping companies might consider replacing centrifugal purifiers with ultrasonic or electrochemical cleansing systems, as these systems are superior to centrifugal systems. However, implementing such systems is highly complex due to their maintenance needs, operating principles, and conditions. Therefore, based on current information, these systems cannot completely replace maritime purifiers. They are primarily used directly at refineries, where purified fuels are subsequently bunkered. Many scientists have demonstrated that directly replacing centrifugal separators (Purifiers/Clarifiers) with ultrasonic or electrochemical devices is not feasible in the near future. The reason is the presence of water. Examination of VLSFO issues (sludge, cat fines) and substitute technologies (homogenizers, ESP) is focused entirely on solids. Nonetheless, a vessel's fuel system invariably carries the risk of contamination by unbound water—stemming from condensation in tanks, substandard bunker quality, or leaks.

An ultrasonic homogenizer does not remove water; instead, it creates a stable water-fuel blend (which can be beneficial for NO_x but not for water extraction). An electrostatic separator is designed to cleanse particles from an insulating fluid; it is not intended to remove large quantities of water. A centrifugal separator operating in «purifier» mode remains the only validated, high-capacity, continuous, and practical method capable of simultaneously extracting both fresh water and solid particles. As long as there is a risk of water accumulation in fuel tanks, ships will be equipped with a centrifugal separator.

In conclusion, any future changes in the maritime fuel processing system regarding purifiers will likely focus on the exclusive refinement of these devices by substituting their materials to increase wear resistance when working with alternative fuels.

REFERENCES

1. Alternative marine fuels: Regulatory mapping: Green Voyage, 2050. URL : <https://greenvoyage2050.imo.org/alternative-marine-fuels-regulatory-mapping/>
2. Andrea Guati Rojo Paving the way for ammonia as a marine fuel: insights into the IMO Interim guidelines. Ammonia Energy Association, 27.01.2025. URL : <https://ammoniaenergy.org/articles/paving-the-way-for-ammonia-as-a-marine-fuel-insights-into-the-imos-interim-guidelines/>
3. Marine Decarbonization: Advanced filtration for sustainable shipping. Pall Corporation. URL : <https://www.pall.com/en/marine-filtration/energy-transition.html>
4. Solutions for methanol operations. AuraMarine. URL : <https://www.auramarine.com/solutions/methanol/>
5. Willmington Rob MAN to deliver first ammonia dual-fuel engines in early 2026. 30.01.2025. URL : <https://www.lloydslist.com/LL1152410/MAN-to-deliver-first-ammonia-dual-fuel-engines-in-early-2026>
6. Zero-emission shipping fuels: A guide to methanol and ammonia. Global Maritime forum, 19 August, 2025. URL : <https://globalmaritimeforum.org/news/zero-emission-shipping-fuels-methanol-and-ammonia/>

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЯ

Степанян А. А.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник к.т.н., доц. Самарін О. Є.*

Вступ. Запропоноване удосконалення відноситься до галузі будування двигунів і може бути застосована у дизельних двигунах внутрішнього згоряння.

Відомо паливну систему дизельного двигуна внутрішнього згоряння [1], яка містить паливний бак, паливopідкачувальний насос, фільтри грубого та тонкого очищення палива, паливний насос високого тиску, які послідовно поєднані головним паливopроводом між собою та з форсунками двигуна.

Недоліком паливної системи дизельного двигуна внутрішнього згоряння є те, що паливні фільтри неефективно видаляють з палива механічні домішки та воду, які потрапляючи до прецизійних пар паливної апаратури (плунжер-втулка та нагнітальний клапан-сідло клапана в паливному насосі високого тиску і голкарозпилювач форсунки), що приводять до їх підвищеного абразивного та корозійного зношування, до різкого зниження техніко-економічних показників роботи дизеля і відповідно транспортного засобу.

Відомо паливну систему проточного типу [2], яка містить паливний бак, паливopідкачувальний насос, фільтри грубого та тонкого очищення палива, паливний насос високого тиску, які послідовно поєднані між собою і з форсунками двигуна головним паливopроводом. Для контролю тиску в системі служить манометр, а для автоматичного скидання палива при перевищенні тиску — запобіжні клапани. В паливних фільтрах здійснюється видалення з палива механічних домішок та води. Причинами, які перешкоджають досягненню необхідного технічного результату є те, що постійна циркуляція палива по замкненому колу збільшує навантаження на засоби очищення, і при несвоєчасній заміні фільтруючих елементів знижується ефективність їх роботи, а при недостатній герметичності перепускного клапану можливий підсос неочищеного палива з паливного бака, що приводить до потрапляння у прецизійні пари паливної системи механічних забруднень та води і веде до їх інтенсивного абразивного і корозійного зношення [3].

Найбільш близьким аналогом є паливна система високого тиску дизельного двигуна, яка складається з форсунки, з'єднаної з паливним насосом високого тиску або паливним ресивером високого тиску з розподілювачем, що має розпилювач, у якому виконано паливopровід з паливними соплами і встановлено голчастий клапан [4].

Недоліками такої паливної системи високого тиску дизельного двигуна є те, що в зоні впорскування палива з форсунки спостерігається підвищена концентрація палива і недостатня кількість повітря, необхідного для його згоряння. Враховуючи малий проміжок часу, відведений на згоряння впорскутого палива, з'являється необхідність збільшувати кількість повітря у циліндрі двигуна, що веде до збільшення об'єму циліндра, а також діаметра повітروطоводів і габаритів або кількості газотурбокомпресорів. З випускними газами також відходить певна кількість повітря з циліндру, яка не була використана при згорянні палива. Це призводить до збільшення діаметру газоходу.

Крім того, фактори, що сприяють перетворенню рідкого палива на горючу суміш, а саме: швидкість впорскування палива, тиск і вихрові переміщення повітря у циліндрі, поступово діють на поверхневу частину і не торкаються його стрижня, який у продовж значного проміжку часу залишається рідким. Це унеможливорює форсування процесу згоряння палива у циліндрі двигуна і підвищенню його потужності.

Актуальність досліджень. Паливна система є однією з головних систем дизельного двигуна, від роботи якої залежить надійність і роботоздатність дизеля.

Найбільш близьким аналогом є паливна система високого тиску дизельного двигуна, яка складається з форсунки, з'єднаної з паливним насосом високого тиску або

паливним ресивером високого тиску з розподільовачем, що має розпилювач, у якому виконано паливопровід з паливними соплами і встановлено голчастий клапан [4].

Недоліками такої паливної системи високого тиску дизельного двигуна є те, що в зоні впорскування палива з форсунки спостерігається підвищена концентрація палива і недостатня кількість повітря, необхідного для його згоряння. Враховуючи малий проміжок часу, відведений на згоряння впорскуваного палива, з'являється необхідність збільшувати кількість повітря у циліндрі двигуна, що веде до збільшення об'єму циліндра, а також діаметра повітропроводів і габаритів або кількості газотурбокомпресорів. З випускними газами також відходить певна кількість повітря з циліндру, яка не була використана при згорянні палива. Це призводить до збільшення діаметру газоходу.

Крім того, фактори, що сприяють перетворенню рідкого палива на горючу суміш, а саме: швидкість впорскування палива, тиск і вихрові переміщення повітря у циліндрі, поступово діють на поверхневу частину і не торкаються його стрижня, який у продовж значного проміжку часу залишається рідким. Це унеможливорює форсування процесу згоряння палива у циліндрі двигуна і підвищенню його потужності.

Підвищення потужності дизельного двигуна є актуальною проблемою [4].

Постановка завдання. Поставлено задачу модернізувати паливну систему високого тиску дизельного двигуна таким чином, в якій стиснуте повітря подається безпосередньо на струмінь палива у момент його впорскування у циліндр двигуна, що сприятиме його потужності. При цьому створюється необхідна концентрація повітря у зоні подачі палива, що дозволяє зменшити надлишок повітря у циліндрі двигуна і його габаритні розміри. Крім того, інтенсивне перемішування палива з повітрям під час їх сумісного впорскування зменшує час на утворення паливної суміші.

Рішення задачі. Поставлена задача вирішується тим, що форсунка з'єднана з повітряним ресивером високого тиску, а у розпилювачі і голчастому клапані виконано порожнини, які утворюють золотниковий механізм, і додатково у розпилювачі виконано повітропровід з повітряними соплами, розташованими над паливними соплами.

З'єднана форсунка з повітряним ресивером високого тиску і виконання у розпилювачі повітропроводу з повітряними соплами, розташованими над паливними соплами забезпечує подачу стиснутого повітря безпосередньо на струмінь палива.

Виконання у розпилювачі і голчастому клапані порожнин, які утворюють золотниковий механізм, забезпечує синхронізацію впорскування палива і подачі повітря на струмінь палива.

На рис.1 показано загальний вигляд паливної системи високого тиску дизельного двигуна.

На рис. 2 показано впорскування палива і подача повітря високого тиску.

Паливна система високого тиску дизельного двигуна складається з форсунки 1, з'єднаної з паливним насосом високого тиску або паливним ресивером високого тиску з розподільовачем 2, що має розпилювач 3, у якому виконано паливопровід 4 з паливними соплами 5 і встановлено голчастий клапан 6.

Форсунка 1 з'єднана з повітряним ресивером високого тиску 7, а у розпилювачі 3 і голчастому клапані 6 виконано порожнини, які утворюють золотниковий механізм 8, і додатково у розпилювачі 3 виконано повітропровід 9 з повітряними соплами 10, розташованими над паливними соплами 5.

Паливна система високого тиску дизельного двигуна працює наступним чином.

Паливо під високим тиском поступає з паливного насоса високого тиску або з паливного ресивера високого тиску з розподільовачем 2 у паливопровід 4 розпилювача 3 форсунки 1, піднімає голчастий клапан 6 і впорскується через паливні сопла 5.

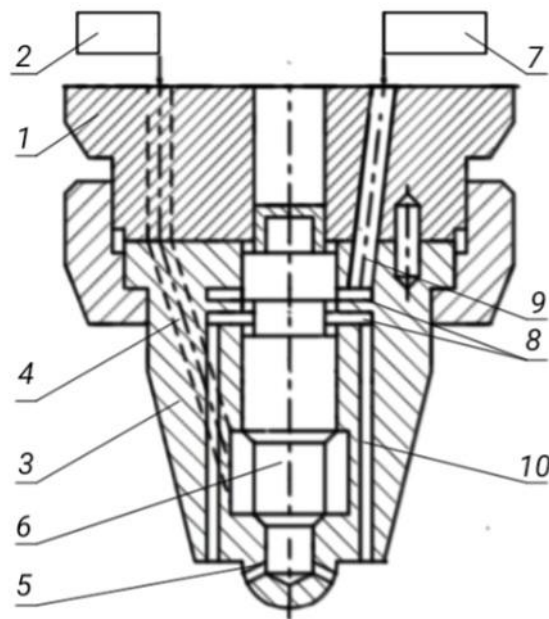


Рисунок 1 — Загальний вигляд паливної системи високого тиску дизельного двигуна: 1 — форсунка; 2 — паливний насос високого тиску або паливний ресивер високого тиску з розподільвачем; 3 — розпилювач; 4 — паливопровід; 5 — паливні сопла; 6 — голчастий клапан; 7 — повітряний ресивер високого тиску; 8 — золотниковий механізм; 9 — повітропровід; 10 — повітряні сопла



Рисунок 2 — Впорскування палива і подача повітря високого тиску

Водночас з цим відкривається золотниковий механізм 8 розпилювача 3 і повітря з повітряного ресивера високого тиску 7 подається через повітропровід 9 і повітряні сопла 10.

Так як повітряні сопла 10 розташовані над паливними соплами 5, повітря інтенсивно змішується з паливом, утворюючи паливну суміш.

Висновки та рекомендації. Проведення модернізації забезпечує подачу стиснутого повітря безпосередньо на струмінь палива при його впорскуванні у циліндр двигуна і, таким чином, створює необхідну концентрацію повітря безпосередньо у зоні подачі палива, що дозволяє зменшити надлишок повітря у циліндрі двигуна і його габаритні розміри.

Крім того, інтенсивне перемішування палива з повітрям під час їх сумісного впорскування зменшує час на утворення паливної суміші.

Модернізація може бути проведена в умовах виробника двигуна і застосована при виконанні ремонтно-профілактичних робіт на судні.

Запропоноване технічне рішення є універсальним і може бути застосоване на дизельних двигунах різної потужності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Двигуни внутрішнього згоряння / Під ред. В.Н. Луканіна. М.: Высшая школа, 1985. 312 с.
2. Григорьев М.А., Борисова Г.В., Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания. М.: Машиностроение, 1991 206с.
3. Федотов Г.В., Левин Г.И. Топливные системы тепловозных дизелей, М.: Транспорт, 1983. 192с.
4. Woodyard D. Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines — Oxford, Elsevier Linacre House, 9th ed., 2009. 903 p. Пат. 159706 Україна, МПК F16C 5/00.

НОВІТНІ СТАТИЧНІ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ

Сущенко В. М.

Херсонська державна морська академія

Керівник: к.т.н., доц. Дощенко Г. Г.

Вступ. У сучасному суднобудуванні та експлуатації морського транспорту важливе місце займає питання забезпечення надійного та ефективного електропостачання.

Традиційно основними джерелами електроенергії на судах залишаються генераторні агрегати, серед яких найбільше поширення отримали дизель-генератори. Проте зростання екологічних вимог, підвищення цін на паливо та необхідність підвищення енергоефективності стимулюють пошук альтернативних рішень.

Останніми роками активно розвивається застосування статичних джерел електроенергії, які здатні як генерувати, так і накопичувати енергію. Використання акумуляторних батарей нового покоління, суперконденсаторів, сонячних батарей та паливних елементів відкриває перспективи зменшення витрат палива, зниження рівня шкідливих викидів та покращення маневрових характеристик суден. Особливої актуальності ці технології набувають у системах з електрорухом, які потребують стабільного та високоякісного енергопостачання.

Розвиток силової електроніки та сучасних матеріалів створив умови для впровадження таких джерел у практику морського транспорту. У статті розглядаються особливості різних типів статичних джерел, їх класифікація, переваги та перспективи застосування в судових енергетичних установках [1].

Виклад основного матеріалу. В останні роки на зарубіжних та вітчизняних судах почали застосовувати статичні джерела та накопичувачі електроенергії.

Відносно низькі техніко-експлуатаційні характеристики традиційних акумуляторних батарей, такі як питома ємність, струм заряду-розряду, а також невелика кількість циклів заряду-розряду обмежували область їх застосування. Найбільшого поширення акумуляторні батареї знайшли для аварійного електропостачання судна та електростартерного запуску теплових двигунів.

Підвищення екологічних норм і зростання цін на пальне зумовлюють необхідність і доцільність пошуку для суден та морських об'єктів нових видів джерел електроенергії, які можна використовувати як основні, у тому числі для живлення судової системи електроруху.

Розвиток силової електроніки та поява електротехнічних матеріалів з високими питомими характеристиками в останні роки дозволили створити статичні джерела електропостачання нового покоління, які набувають поширення як на наземних об'єктах, так і на морських судах, у тому числі з електрорухом.

До статичних джерел електропостачання нового покоління можна віднести: акумуляторні батареї на новій елементній базі, суперконденсатори, сонячні батареї, паливні елементи. Статичні джерела електропостачання можна розділити на дві групи – генеруючі та накопичувальні.

До генеруючих статичних джерел електропостачання відносяться джерела, що виробляють електричну енергію з інших видів енергій. Генеруючі джерела здатні безперервно працювати у генераторному режимі. До таких статичних джерел електропостачання відносять паливні елементи та сонячні батареї. До накопичувальних статичних джерел електропостачання відносяться джерела, які здатні накопичувати електричну енергію, поглинаючи її від інших джерел, з подальшою віддачею. До таких статичних джерел електропостачання відносять акумуляторні батареї та суперконденсатори [2].

Найбільш перспективними для застосування на судах є акумуляторні батареї на новій елементній базі та суперконденсатори. Серед акумуляторних батарей на новій

елементній базі слід зазначити літійні (Li-Ion) батареї. Дані батареї мають найбільшу питому енергію, що запасється на одиницю маси. Цей тип акумуляторів дозволяє створювати джерела електроенергії з найменшою масою при рівній ємності. Срібно-цинкові акумуляторні батареї (Ag-Zn) мають найбільшу щільність енергії, що запасється на одиницю об'єму, що дозволяє створювати джерела енергії з найменшим займаним об'ємом при рівній ємності [3].

Для застосування на судах найперспективнішим типом акумуляторних батарей є батареї літій-іонного типу (Li-Ion), що випускаються у вигляді окремих елементів. Для досягнення необхідного значення напруги, електричної ємності напруги та електричної ємності акумуляторні групи збирають послідовно-паралельно.

Суперконденсатор є елементом з двома електродами, між якими розташовується електроліт. Суперконденсатори відрізняються від акумуляторних батарей значно вищими швидкостями заряду і розряду і більшим терміном служби. Суперконденсатори здатні поглинати і виділяти велику кількість електроенергії за короткий проміжок часу, тому їх доцільно використовувати у буферному режимі. Діапазон робочих температур суперконденсатора значно ширший, ніж аналогічний показник у акумуляторних батареях.

Суперконденсатори, на відміну від акумуляторних батарей, практично не застосовуються як основне джерело електроенергії на судах у зв'язку з тим, що вони мають значно гірші показники по питомій енергії, що запасється, та щільності запасованої енергії. Для збільшення потужності суперконденсаторні елементи об'єднують у модулі, модулі – у системи [4].

На принципі перетворення енергії сонячного світла на електричну енергію побудовано інший тип статичних джерел електропостачання нового покоління – сонячні батареї. Сонячні батареї випускаються як у вигляді окремих сонячних елементів, з'єднаних у сонячні модулі. Особливістю генеруючих статичних джерел електропостачання є те, що вони виробляють електричну енергію безпосередньо з хімічної чи світлової.

До теперішнього часу розроблено велику кількість різних паливних елементів, які можна класифікувати за різними ознаками: за реагентами та способами їх використання, іонними провідниками (електролітами), каталізаторами та температурами експлуатації.

На даний час найбільш активно розвиваються такі типи паливних елементів:

- з протоно-обмінною мембраною — твердополімерні;
- твердооксидні;
- на основі розплавів карбонатів.

Паливні елементи відрізняються від акумуляторних батарей тим, що для вироблення електроенергії в них потрібна постійна подача палива та окислювача для підтримки хімічної реакції. Паливні елементи мають такі переваги в порівнянні з тепловими двигунами, що обертаються: низький рівень шуму; відсутність шкідливих викидів; відсутність рухливих елементів; простота технічного обслуговування.

Кількість електроенергії, що виробляється, визначається тільки наявними запасами палива і окислювача і може значно перевищувати аналогічний параметр у акумуляторних батареях. Технічне обслуговування паливних елементів є відносно простим і вимагає великих витрат.

Традиційний судновий генераторний агрегат складається з приводного теплового двигуна та електричної машини, що працює у генераторному режимі. Генератор обертається із постійною частотою обертання, у результаті виробляє електроенергію з номінальним значенням частоти електричного струму. Напруга підтримується постійною за допомогою системи збудження генератора, що змінює величину струму в обмотці збудження. Функціональна схема традиційного генераторного агрегату представлена на рис. 1, а [3].

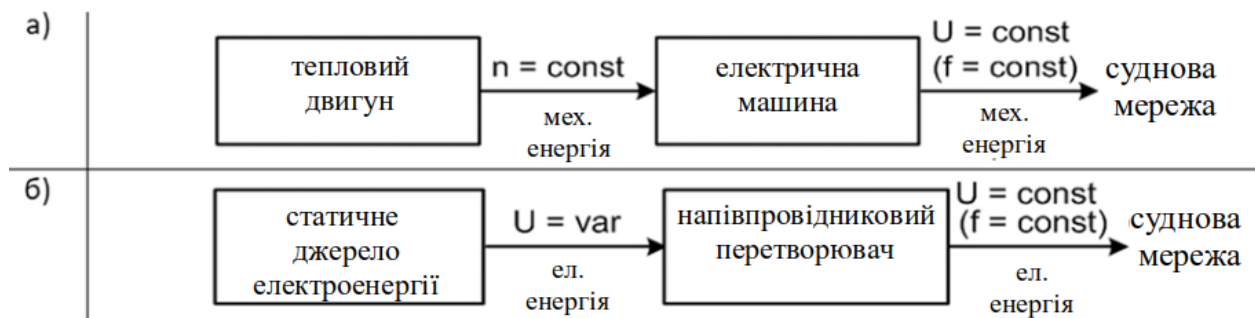


Рисунок 1 — Функціональні схеми суднових джерел електроенергії:
 а — генераторний агрегат; б — вентильне статичне джерело електропостачання

Для перетворення та стабілізації вихідних параметрів статичні джерела електропостачання застосовується напівпровідниковими перетворювачами (інвертор, перетворювач постійно-постійного струму), який перетворює електроенергію постійного струму на електроенергію змінного або постійного струму зі стабілізованими (номінальними) параметрами.

У сукупності статичне джерело електропостачання та напівпровідниковий перетворювач складають вентильне статичне джерело електроенергії. Функціональна схема вентильного статичного джерела електроенергії представлена рис. 1, б.

У разі застосування статичного джерела електропостачання, здатного запасати електроенергію, напівпровідниковий перетворювач виконується оборотним, здатним здійснити заряд акумуляторної батареї або конденсатора.

Акумуляторні батареї на новій елементній базі та суперконденсатори можуть використовуватись у двох режимах експлуатації:

- буферному, в якому статичне джерело працює паралельно з основними, поглинаючи надлишок електроенергії або заповнюючи нестачу електроенергії в судновій мережі;

- автономному, у якому статичне джерело функціонує як основне і єдине джерело для живлення загальносуднових приймачів та суднової системи електроруху.

Застосування статичних джерел електропостачання в буферному режимі дозволяє істотно знизити витрату палива в динамічних режимах експлуатації суднової системи електроруху, наприклад, на криголамах і суднах льодового плавання під час льоду або хвилювання.

Сонячні батареї та паливні елементи можуть працювати лише у режимі генерування електричної енергії. Акумулятори, паливні елементи та сонячні батареї мають обмежені максимальні струми навантаження. Для забезпечення пускових струмів електродвигунів, що запускаються прямим пуском, можуть застосовуватись суперконденсатори [5].

У буферному режимі працюють лише акумуляторні батареї та суперконденсатори. При роботі акумулятора та суперконденсатора в буферному режимі може відбуватися як заряд, так і розряд. У буферному режимі при розряді статичного джерела електропостачання характерна короткочасна робота - компенсація потужності на момент різкої зміни навантаження, наприклад під час роботи підйомно-транспортних машин, палубних механізмів і т.інше. Заряд статичного джерела електропостачання може здійснюватись короткочасно великим струмом, що характерно для суперконденсатора, або тривало обмеженим струмом (характерно для акумуляторних батарей). Для суперконденсатора такий буферний режим роботи здебільшого є основним.

У режимі паралельної роботи з генераторними агрегатами можуть експлуатуватись всі типи статичних джерел електропостачання. Питання синхронізації та розподілу навантаження вирішуються за допомогою напівпровідникових перетворювачів та систем автоматичного управління. Розподіл навантаження між паралельно працюючими

статичними джерелами електропостачання різних типів може відбуватися непропорційно до їх потужності і залежатиме від номінальної ємності джерела. В даний час паливні елементи та суперконденсатори працюють в основному в паралельному режимі з судновими генераторними агрегатами або іншими типами статичні джерела електропостачання.

Акумуляторні батареї мають обмежені струми заряду та розряду. Розмір струму заряду залежить від типу акумулятора. При нормальному режимі заряду акумуляторної батареї характерні обмежені струми заряду ($0,2^0 \dots 0,5^0$ С). Заряд акумуляторної батареї струмом вище за номінальний (1^0 С) вважається прискореним. У режимі прискореного заряду акумуляторів необхідно дотримуватись температурних режимів. Прискорений заряд акумуляторної батареї може негативно впливати на термін служби [5].

Суперконденсатори мають однаково високу ефективність при заряді і розряді і практично не мають обмежень по струмах розряду/заряду. Швидкість заряду суперконденсатора залежить від обмежувальної здатності по пропускаемому струму напівпровідникового перетворювача, спільно з яким суперконденсатор використовується.

Висновки. Статичні джерела електроенергії нового покоління, до яких належать акумуляторні батареї, суперконденсатори, сонячні батареї та паливні елементи, є перспективним напрямом розвитку суднових енергосистем.

Для забезпечення стабільної роботи в судовій мережі необхідне застосування напівпровідникових перетворювачів. Залежно від типу джерела можливі різні режими роботи: автономний, буферний або паралельний. При цьому буферний режим характерний лише для накопичувальних джерел, тоді як усі типи можуть застосовуватися в автономному та паралельному режимах.

Використання статичних джерел електропостачання дозволяє знизити витрати палива, підвищити енергоефективність та екологічну безпеку сучасних суден.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hybrid power and propulsion systems for ships: Current status and future challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 156, March 2022, 111965.
2. Solar Energy-Powered Boats: State of the Art and Perspectives. Giangiacomo Minak et al., Journal of Marine Science and Engineering, 2023, 11(8):1519.
3. Stability Analysis in a Direct-Current Shipboard Power System with Parallel Permanent Magnet Synchronous Generators and Supercapacitor Integration. Qinsheng Yun, Xiangjun Wang, Shenghan Wang, Wei Zhuang, Wanlu Zhu. J. Mar. Sci. Eng. 2024, 12(4), 578.
4. Assumptions of the optimisation of a ship power station use and application in a simulator. Witold Stanisławski, Grzegorz Grzeczka. Journal of Marine Engineering & Technology, 2017/2018.
5. Marine Electrification is the Future: A Tugboat Case Study. Hayton, M. (2023).

ПОЛІМЕРНІ ІЗОЛЯТОРИ ДЛЯ СУДНОВИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ СИСТЕМ

Хілінський Д. О.

Херсонська державна морська академія

Керівник: к.т.н., доц., Дощенко Г. Г.

Вступ. Суднові високовольтні системи є критично важливими електроенергетичними комплексами, що вимагають особливої уваги через їхній значний вплив на надійність та безпеку судна. Експлуатація такого обладнання вимагає суворого дотримання нормативних вимог, визначених морськими конвенціями та стандартами, а також високого рівня кваліфікації суднових електромеханіків.

Сучасний розвиток електроенергетики морського флоту супроводжується постійним підвищенням вимог до надійності, компактності та безпеки суднових високовольтних систем. З огляду на обмежений простір на борту суден, складні умови експлуатації (висока вологість, вплив соляного туману, механічні навантаження та вібрації), особливе значення має вибір ізоляційних матеріалів та конструкцій. Традиційні керамічні та скляні ізолятори, попри їхню перевірену ефективність, поступово замінюються полімерними аналогами, які вирізняються меншою масою, високою механічною міцністю та стійкістю до забруднень.

У цій статті представлено аналіз переваг та недоліків використання сучасних полімерних ізоляторів у суднових високовольтних системах. Розглянуто їхні експлуатаційні характеристики, а також вплив на надійність та безпеку суднових електромереж [1].

Виклад основного матеріалу. Одним з ключових факторів безпечної експлуатації є надійність ізоляції, зокрема ізоляційних пристроїв. При проектуванні та виборі високовольтних систем необхідно враховувати такі важливі критерії, як падіння напруги та втрати в мережах. Ці параметри визначають ефективність та безпеку системи, що є важливим аргументом на користь переходу до суднових високовольтних електроенергетичних систем.

Полімерні ізолятори у суднових високовольтних системах не лише знижують навантаження на конструкції й спрощують монтаж, а й забезпечують тривалий термін служби за умов агресивного морського середовища. Дослідження їхніх властивостей, оптимальних сфер застосування та перспектив розвитку є актуальним завданням сучасної морської електротехніки.

З кожним роком суднове електроустаткування вдосконалюється та модернізується. Введено в експлуатацію значну кількість потужних електроприводів, що застосовуються у вантажних, тралових, підрулюючих, та багатьох інших пристроях, що забезпечують живучість та продуктивність судна.

Однією з найскладніших завдань у безпечній експлуатації електроустаткування є ізолювання частин, що знаходяться під напругою. Але при вирішенні потрібно врахувати конструкцію та особливості судна. Таким чином, для такої проблеми є рішення — використовують полімери, які здійснюють безперервне постачання електроенергії до споживачеві.

Цей тип ізоляції вперше став застосовуватися наприкінці 60-х і складався з твердого матеріалу — епоксидної смоли, яка руйнувалася та втрачала свої властивості при дії на неї сонячних променів та високих температур, тому цей ізоляційний пристрій міг прослужити в кращому випадку 7 років [2].

Полімери — це хімічні сполуки, які складаються з великої кількості ланок, що повторюються. Внутрішні процеси відбуваються до тих пір, поки головна частка не розпадеться на мономері, при цьому змінюючи властивості полімерів але через ультрафіолет та сонячну радіацію відбувається прискорене старіння, а через термічні зміни значно знижується механічна міцність. Однак з поступовим розвитком полімерів ці недоліки зводяться до мінімуму.

На сьогоднішній день конструкція на основі високоякісних полімерів не поступається у використанні фарфоровим та скляним ізоляторам під час експлуатації їх у високовольтних системах. Ізоляційні пристрої такого типу ділитися на три покоління [3].

Перша група (покоління) збирається вручну із зклеєною кремнійорганічною оболонкою через проклеювання. Ізолятори такого типу схильні до частот розгерметизації швів. Така проблема може призвести до виходу з ладу ізолятора через попадання вологи всередину. У зв'язку з цим відбувається втрата його механічної та електричної міцності.

Під час створення полімерних ізоляторів *другого покоління* було враховано недоліки попередніх пристроїв, для цього було вдосконалено точки герметизації вузла сполучення оконцевателя з захисною оболонкою.

Третя група являє собою цільнолітий ізолятор з кремнійорганічною оболонкою, але з найкращим захистом від проникнення вологи найслабшого вузла – входу стрижня в оконцеватель [4].

Перевагою полімерних ізоляторів третього покоління від інших груп є надійність. Вона полягає у підвищеному захисті входу найслабшого вузла від попадання вологи всередину, оболонка має високу адгезію до оконцевателя та стрижня ізолятора.

Конструкція полімерних ізоляторів проста: склопластиковий штир потрібен для електричної та механічної стійкості; шар з полімеру забезпечує захисну функцію штиря ізолятора від кліматичного впливу; металевий оконцеватель служить для приєднання ізолятора до дротів та інших опор.

У процесі використання цього обладнання можна виділити переваги та недоліки. До переваг можна віднести: міцна та гнучка конструкція, малогабаритність, підвищена міцність, стійкість до сонячних променів, простота в обслуговуванні, а також висока стійкість до перенапруги. Можна виділити той факт, що вони не залежать від температури та кліматичних змін.

До їх головних недоліків належать: підвищена пожежна небезпека, фактор старіння, що призводить до зменшення механічної та електричної міцності, складність у демонтажі та заміні, термін служби багато в чому залежить від компонентів.

Якщо врахувати, що високовольтні ізолятори раніше були дорожчими в експлуатації ніж інші, то зараз їх застосування може зробити високий економічний ефект, так як попит на них піднявся, ціна впала, відповідно, вигіднішим стало виробництво полімерних ізоляторів вище 220 кВ. На сучасному ринку застосування цього типу ізоляції має високі перспективи розвитку.

Високовольтні ізолятори, на відміну від інших, є більш екологічними, якісними та менш витратними, так що можна припустити, що в найближчому майбутньому вони будуть застосовуватися набагато частіше та замінять скляні ізолятори. Якщо доопрацювати їх деякі недоліки, то можна буде використовувати їх у судових високовольтних системах.

Незважаючи на те, що низьковольтне обладнання дешевше, простіше і не вимагає висококваліфікованого персоналу, прогрес не стоїть на місці, та неминуче відбудеться підвищення номінальної напруги мережі, що у свою черга спричинить модернізацію електроустаткування та підвищення його потужності.

Використання полімерних ізоляторів у суднобудуванні має чіткі прикладні перспективи, які пов'язані з особливостями експлуатації різних типів суден:

1. *Торговельні та контейнерні судна.* На великих вантажних і контейнерних судах, де високовольтні системи забезпечують розподіл електроенергії між численними споживачами, полімерні ізолятори дають змогу зменшити масу електрообладнання та знизити навантаження на конструкції. Це особливо важливо для розміщення в обмежених електроенергетичних відсіках.
2. *Пасажирські лайнери та круїзні судна.* Тут актуальним є питання безпеки та надійності. Полімерні ізолятори з високою стійкістю до трекінгу та забруднень

здатні зменшити ризик аварійних ситуацій у вологому середовищі, а також забезпечити безперебійну роботу систем життєзабезпечення на борту.

3. *Військові кораблі.* Для військово-морських суден критичною є не лише надійність, але й стійкість до ударних навантажень та вібрацій. Перспективним напрямом є створення полімерних ізоляторів з посиленими механічними характеристиками, що витримують динамічні навантаження під час маневрів або бойових дій.
4. *Криголами та науково-дослідні судна.* В умовах Арктики та Антарктики високовольтні системи зазнають впливу низьких температур та обмерзання. Використання полімерних ізоляторів зі спеціальними гідрофобними покриттями дозволить знизити ризик утворення крижаних наростів та підвищити надійність роботи енергосистем.
5. *Судна з електричною та гібридною енергетичною установкою.* У зв'язку з переходом на більш екологічні технології, суднобудування активно розвиває системи з повною електрифікацією. Тут полімерні ізолятори стають основним рішенням завдяки компактності, низькій масі та можливості інтеграції систем моніторингу стану ізоляції.

Загалом, подальший розвиток цієї галузі спрямований на створення полімерних ізоляторів нового покоління, які поєднуюватимуть легкість, стійкість до агресивних морських умов та можливість інтеграції в «розумні» судові енергетичні комплекси.

Висновки. У представленій роботі проведено аналіз використання полімерних ізоляторів, які мають ряд переваг, таких як міцність, гнучкість, стійкість до зовнішніх впливів та простота обслуговування. Вони є конкурентоспроможними порівняно з традиційними ізоляторами з фарфору та скла.

Хоча полімерні ізолятори мають деякі недоліки, такі як пожежна небезпека та старіння матеріалу, які потребують подальшого дослідження та удосконалення, однак їхня економічна ефективність та екологічність роблять їх перспективними для широкого застосування на суднах.

В цілому, дослідження та впровадження полімерних ізоляторів є важливим кроком до покращення судових високовольтних систем, роблячи їх більш надійними, безпечними та екологічно чистими.

Таким чином, тема покращення високовольтної ізоляції актуальна і вимагає глибокого аналізу шляхом вивчення досвіду вже використовуваних та нових полімерних ізоляторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міжнародна Конвенція по охороні людського життя на морі 1974 року (СОЛАС–74) — International convention for the safety of life at sea, 1974 : SOLAS : International convention for the safety of life at sea, 1974: SOLAS: консолідований текст, змінений Протоколом 1988 до неї, з поправками: [переклад]. Лондон: ІМО, 2015. 1088 с.
2. Василега П. О. Електропостачання. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. 415 с.
3. Шумілов М.Ю., Шумілов Ю.Н., Набока Б.Г. Забезпечення надійності полімерних ізоляторів із цільнолитими захисними оболонками. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Харків: НТУ «ХПІ». 2006. № 34 С. 92–101.

***КОМПЕТЕНТНІСНИЙ ПІДХІД У ПІДГОТОВЦІ
ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ***

РОЛЬ «SOFT SKILLS» У МОРСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Дудник В. Є.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: д.п.н., проф. Ляшкевич А. І.

Вступ. Сучасна морська галузь висуває високі вимоги не лише до професійної компетентності фахівців, а й до їхніх особистісних якостей. Кожен у своєму житті зустрічався з людьми, з якими не так просто було знайти спільну мову, з кимось одразу і дуже легко виходило налагодити спілкування, з кимось через певний проміжок часу (не одразу), а з кимось - дуже важко. І все це через різні погляди, світосприйняття, принципи. Адаптація до зміни оточення в житті, нових людей, колективу на роботі, орієнтування і комунікація з людьми за кордоном, навички розуміння та способи знаходити спільну мову з іншими, незалежно від відносин, віку, статусу, раси, релігії, мови, статі — все це називається просто — «Soft skills». Саме вони визначають здатність моряка успішно взаємодіяти в команді, забезпечувати безпеку судноплавства й підтримувати позитивний психологічний клімат на борту. Розуміння ролі soft skills у морському середовищі стає ключовим чинником професійного зростання й формування сучасної морської культури.

Виклад основного матеріалу. Робота в міжнародному екіпажі, необхідність оперативного прийняття рішень у стресових ситуаціях, дотримання дисципліни та ефективна комунікація потребують розвитку так званих «soft skills» — гнучких навичок. Soft skills — це емоційний або соціальний інтелект, уміння людини розуміти свої та чужі емоції, розпізнавати наміри, мотивацію, бажання [1]. Ці навички можна вважати синонімом емоційного інтелекту, але це дещо звужене поняття, адже стосується переважно професійної діяльності. Насамперед ці скіли тісно пов'язані з особистісними якостями людини та базуються на певних моральних цінностях.

Зупинимося на найважливіших навичках. Комунікація — лідерська позиція, уміння будувати стосунки зі своїм оточенням, уміння домовлятися та відстоювати свої погляди, переконувати, контролювати свої емоції, уміння активно слухати та чути співрозмовника. Самоорганізація — здатність до планування, тайм-менеджменту й особиста ефективність. Креативність — вміння мислити нешаблонно, знаходити нестандартні підходи до розв'язання завдань, відсутність стереотипів, критичне мислення. Навички роботи з інформацією — спроможність швидко обробляти і засвоювати інформацію, навчати інших. Стресостійкість — уміння адекватно реагувати в стресових ситуаціях, швидко приймати виважені рішення [1]. Найголовніше, що стосується софт-скілів: не треба ніколи з собою боротися, необхідно себе вивчати, розуміти і домовлятися. Якщо людина не здатна керувати собою, то й керувати іншими буде складно. Але трапляються й винятки: деякі люди не дуже добре розуміють свої емоції, але добре розуміють чужі. Наші цінності та переконання керують нашими навичками і здібностями. Коли ми розвиваємо свої навички й здібності, то вони впливають на нашу поведінку, а поведінка визначає наше оточення.

У морському середовищі «Soft skills» мають важливе значення. Чому? Моряки, які достатньо володіють цими навичками є найбільш конкурентоспроможними. Професійні навички серед моряків є основою, але це лише 50% від того, що потрібно для забезпечення нормальної роботи в морі. Ті, кому ніколи не доводилося мати справу з морською галуззю, можуть цього не розуміти, але окрім стереотипної романтики, виникає багато складнощів, вирішити які, допомагають лише ці навички. І справа не в стихії, погоді, судні, а саме в людях. Кожен моряк не має постійного місця роботи, судна, країни, де він працює (морського регіону) та людей, все це змінюється протягом його професійного шляху.

Розглянемо детально роль софт скілів у морському середовищі. Почнемо з особливостей роботи змішаних екіпажів, де працюють люди різних національностей. Окрім різновиду національностей, завжди є різниця віку, (вона може бути як незначною,

так і майже в ціле покоління), відмінність у віросповіданні, можлива навіть расова відмінність, тощо. Окрім цього варто розуміти, що люди також відрізняються один від одного своїм вихованням, менталітетом, моральними цінностями, принципами та світосприйняттям. Достатнє володіння софт скілами в таких випадках є єдиним шляхом вирішення всіх проблем і є найціннішою якістю досвідченого моряка. У багатьох судноплавних компаніях під час проходження співбесіди перед тим як взяти на роботу, цьому питанню приділяють достатньо уваги. Розвивати софт скіли можна як і будь-які інші навички. Проте іноді це супроводжується більшими зусиллями. Дослідження Гарвардського університету, Фонду Карнегі та Стенфордського дослідницького центру показують, що 85% кар'єрного успіху залежить від добре розвинених soft skills, таких як комунікативні навички, ефективна взаємодія та розуміння себе й інших [2]. Шелест Д. в своїй роботі доводить [3], що ці навички можна розвинути двома способами. Перший — практика. Цей спосіб вимагає багато зусиль з розвитку емоційного інтелекту. Другий спосіб — вивчення літератури з питань розвитку м'яких навичок. Для ефективного формування soft skills необхідно враховувати такі практичні аспекти: індивідуальний підхід - кожен здобувач освіти має свої особливості, тому необхідно розробляти індивідуальні програми розвитку; постійна оцінка результатів — регулярна оцінка прогресу дозволяє коригувати освітній процес; зворотній зв'язок — важливо надавати здобувачам освіти зворотній зв'язок щодо їхніх досягнень і помилок; мотивація — створення мотиваційного середовища сприяє активному засвоєнню нових знань і навичок [4]. Останні дослідження ринку праці говорять про те, що посилюється інтерес до soft skills. Більшість роботодавців вважають їх так само важливими, як і професійні знання та вміння. Професійні вміння та навички застарівають, а soft skills є актуальними завжди. Формування soft skills у майбутніх фахівців є актуальною проблемою та обґрунтованою вимогою до освіти людей в сучасних глобалізованих умовах. Питанням формування soft skills присвятили свої дослідження С. Голод, К. Коваль, В. Корольчук, К. Корсікова, О. Кравець, А. Ляшкевич, Л. Сергєєва, Л. Степанова, А. Стадній та інші. Науковці порушують питання ролі та значення soft skills для професійної діяльності фахівця, актуальності формування soft skills, як необхідної умови ефективного розвитку професійних сфер [5]. М'які навички, які охоплюють ряд міжособистісних і комунікаційних здібностей, все частіше розглядаються як життєво важливі та необхідні для успіху на робочому місці в морській сфері. Вони не залежать від попередніх знань чи підготовки і однаково важливі як для початківця-рядового, так і для досвідченого офіцера.

Підготовка морських фахівців у всі часи викликала бурхливі пошуки шляхів і способів її вдосконалення та ефективності. З огляду на вимоги сучасності, особливості розвитку і становлення покоління XXI сторіччя та надскладні умови роботи в часи воєнного стану, виникає необхідність в адаптації методів до вимог змішаного навчання. Саме soft skills сьогодні є необхідним складником професійного саморозвитку і самореалізації фахівця морської галузі впродовж життя, показником рівня його конкурентоспроможності на вітчизняному і міжнародному ринку праці.

Ураховуючи всі названі відмінності та можливий мовний бар'єр, софт-скіли мають дуже важливе значення для роботи в морі. Навіть якщо не враховувати відносини керівник/підлеглий, байдуже, все рівно без цих навичок не обійтись. Спілкування між членами екіпажу різних департаментів (палубного, машинного), між офіцерами одного департаменту, рядових між собою, та елементарно членів екіпажу судна незалежно від їх посади — не обійдеться без вміння грамотно використовувати свої комунікативні навички.

Висновок. Отже, навички Soft skills в професії моряка особливо важливі для нормальної роботи в морі та подальшого кар'єрного зростання в цій сфері. Важливо вміти створювати згуртовану команду, мотивувати її членів і надихати для досягнення спільних цілей через ефективний менеджмент. Навчитись точно висловлювати свої думки та ідеї, а також уважно слухати колег, партнерів і керівництво, щоб забезпечити взаєморозуміння,

ухвалювати зважені рішення в умовах змін, спираючись на логіку та інтуїцію. Опанувати вмінням ефективно розподіляти час і ресурси, грамотно планувати, визначати пріоритети та делегувати завдання, і врешті — бути гнучким і креативним у відповідь на зміни, мати здатність швидко знаходити інноваційні рішення для нових викликів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стенцель Є. Що таке Soft Skills? Як знайти мотивацію та розвивати софт-скіли. Beetroot Academy. URL : <https://beetroot.academy/blog/yak-rozvinuti-soft-skili-ta-znayti-motivaciyu>
2. Мельник С. Прокачайтесь на повну: що таке soft skills та чому важливо їх розвивати. URL : <https://news.hochu.ua/ukr/cat-razvitie/svoi-biznes/article-156320-prokacaitiesia-na-povnu-shho-take-soft-skills-ta-comu-vazlivo-yix-rozvivati/>
3. Шелест Д. Формування Soft Skills. URL : <https://stud-point.com/blog/self-development-and-motivation/formuvannia-soft-skills-5-mifiv-pro-rozvytok-m-iakykh-navychok/>
4. Кірдан О. Формування soft skills здобувачів вищої освіти в освітньому процесі закладу вищої освіти. Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи. Вип. 2(6), 2022. с. 152–160. [https://doi.org/10.31499/2706-6258.2\(6\).2021.248144](https://doi.org/10.31499/2706-6258.2(6).2021.248144)
5. Купрієвич В. Soft Skills як необхідна складова професійного розвитку педагога. Професійний розвиток в умовах цифровізації суспільства: сучасні тренди: матеріали III науково-практичної конференції / наук. ред. О. М. Спірін, О. А. Остряньська. Київ — Житомир: НАПН України ДЗВО «Університет менеджменту освіти», ЖДУ ім. І. Франка. 2022. 304 с. С. 246–248. <https://lib.iitta.gov.ua/734790/>
6. Ляшкевич А. Формування soft skills у здобувачів технічних закладів вищої освіти: виклики та перспективи // Інновації та нові напрями наукових досліджень : матеріали II Міжнародної наукової конференції, м. Манчестер, Сполучене Королівство, 20 вересня 2025 р. Manchester : Lulu Press, Inc., 2025. <https://doi.org/10.64076/iedc250920.03>

КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД У ПСИХОЛОГІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Limmix M. C.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Науковий керівник: к.психол.н., доц. Морозова-Ларіна О. І.

Вступ. Сучасна парадигма вищої освіти вимагає трансформації професійної підготовки майбутніх фахівців морського транспорту від традиційного знаннєво-орієнтованого підходу до компетентнісного, що базується на інтеграції когнітивних, операційно-діяльнісних, особистісно-мотиваційних та емоційно-вольових складників професійної діяльності. Компетентнісний підхід у психологічній підготовці таких фахівців розглядається як система цілеспрямованого формування психологічних якостей, умінь і навичок, необхідних для ефективного функціонування у специфічних умовах морського середовища, підвищеної ризикованості та соціальної ізоляції [1; 7].

Основна частина. Психологічна компетентність моряка є комплексною інтегральною характеристикою особистості, що визначає його здатність адекватно сприймати, оцінювати та регулювати власні психічні стани, взаємодіяти в мультикультурному екіпажі, приймати обґрунтовані рішення у стресових і кризових ситуаціях, а також підтримувати високий рівень працездатності в умовах тривалого монотонного навантаження. Згідно з концепцією професійної компетентності, така компетентність поєднує знання, досвід, особистісні диспозиції й мотиваційно-ціннісні орієнтації, що безпосередньо визначають успішність діяльності. У морській психології цей підхід конкретизується у моделі «психологічної готовності до професійної діяльності в екстремальних умовах», що включає компоненти саморегуляції, толерантності до невизначеності, стресостійкості та командної взаємодії [2].

Особливе значення у психологічній підготовці морських фахівців має формування емоційно-вольової компетентності, оскільки морська діяльність характеризується постійною необхідністю контролювати емоційні реакції, долати втому, тривогу, роздратування та фрустрацію. Розвиток цієї компетентності досягається шляхом тренінгових програм саморегуляції, розвитку усвідомленості, симуляційних і рольових вправ, що моделюють ситуації прийняття рішень у стані невизначеності. Науково доведено, що саме вміння управляти емоційними станами є предиктором збереження психічного здоров'я моряків і запобігає професійному вигоранню [6].

Не менш важливою складовою є комунікативна компетентність, яка у морському контексті охоплює здатність ефективно спілкуватися англійською мовою у професійних ситуаціях, забезпечувати злагоджену взаємодію в мультинаціональному екіпажі, дотримуючись принципів міжкультурної толерантності. Дослідження показують, що понад 70% аварій на морі пов'язані не з технічними збоями, а з людським фактором — насамперед із порушеннями комунікації, лідерства або розподілу ролей у команді. Отже, формування у студентів психологічних компетенцій лідерства, асертивності, рефлексивного слухання та стрес-комунікації є ключовим напрямом підготовки [3].

Окремим стратегічним напрямом у контексті компетентнісного підходу до психологічної підготовки фахівців морського транспорту є розвиток соціально-психологічної та акмеологічної компетентностей, що визначають зрілість професійної особистості та її здатність до саморозвитку. Соціально-психологічна компетентність розглядається як інтегральна здатність до ефективної взаємодії у професійній спільноті, заснована на розумінні соціальної динаміки групи, прийнятті соціальних ролей, адекватному розпізнаванні соціальних сигналів і вмінні гармонізувати міжособистісні відносини. Для моряків, які тривалий час перебувають у замкненому соціальному середовищі екіпажу, сформованість цієї компетентності є критичним чинником психологічної безпеки та підтримання морально-психологічного клімату на судні [4].

Акмеологічна компетентність передбачає усвідомлення власної професійної місії,

прагнення до постійного самовдосконалення, розвиток саморефлексії та здатності до внутрішньої регуляції професійного зростання. Вона спирається на принципи акмеологічного підходу, що вимагають від фахівця орієнтації не лише на функціональне виконання професійних обов'язків, а й на досягнення особистісних вершин майстерності («акме»). Для морського фахівця це означає здатність підтримувати високий рівень психофізіологічної готовності, відповідальності за безпеку екіпажу та ініціативності у нестандартних ситуаціях. Саме ці якості визначають професійну надійність — ключову характеристику морського персоналу [5].

Особливе значення у межах компетентнісної парадигми має розвиток стресово-резистентної та кризово-адаптаційної компетентностей. Діяльність на морі пов'язана з підвищеним ризиком, обмеженістю ресурсів, зміною часових поясів і кліматичних умов, що спричиняє психоемоційні перевантаження. Згідно з даними морської ергономіки, від ефективності психологічної адаптації залежить до 60% показників безпеки суднових операцій. Психологічна підготовка в межах компетентнісного підходу має включати модулі стрес-менеджменту, тренінги витривалості, когнітивно-поведінкові техніки запобігання дезадаптації, а також психопрофілактичні програми, спрямовані на формування конструктивних стратегій подолання (копінг-стратегії) [3].

Не менш значущим напрямом є формування інтеркультурної компетентності, яка охоплює розуміння культурних відмінностей, розвиток емпатії та гнучкості мислення у міжнаціональній взаємодії. Вона стає центральним психологічним компонентом професійної ефективності моряка, адже міжнародні екіпажі поєднують представників різних систем цінностей, комунікативних стилів і релігійних традицій. Недостатня міжкультурна адаптація може призвести до конфліктів, зниження рівня довіри й координації дій, що безпосередньо впливає на безпеку плавання. Тому важливим завданням психологічної підготовки є формування толерантності, розвиток навичок культурної чутливості та здатності до соціального прогнозування поведінки колег у мультикультурному середовищі [5].

Практична реалізація компетентнісного підходу в психологічній підготовці майбутніх фахівців морського транспорту передбачає інтеграцію теоретичних знань і практичних навичок у форматі модульно-компетентнісного навчання. Ключовим елементом є впровадження психотренінгових програм, розроблених відповідно до професіограми моряка, які охоплюють чотири основні блоки: саморегуляційний, комунікативно-рольовий, когнітивно-аналітичний і рефлексивно-ціннісний. У межах саморегуляційного блоку реалізуються тренінги розвитку емоційної стабільності, дихальні й тілесно-орієнтовані техніки відновлення, методи когнітивної реструктуризації для управління тривожністю. Особлива увага приділяється відпрацюванню навичок короткострокового самовідновлення в умовах дефіциту часу, що є типовою ситуацією для суднової діяльності.

Комунікативно-рольовий блок спрямований на формування ефективних стратегій міжособистісної взаємодії, лідерства й підпорядкування в екіпажі. Використовуються рольові симуляції типових суднових сценаріїв, які моделюють напружені міжособистісні та кризові ситуації. Такі вправи допомагають майбутнім морякам засвоїти механізми асертивного спілкування, емпатійного слухання та поведінкової гнучкості. Когнітивно-аналітичний блок орієнтований на розвиток ситуаційного мислення, вміння прогнозувати розвиток подій і приймати рішення під тиском. Практичні заняття передбачають використання кейс-методів із реальних аварійних ситуацій, розбір когнітивних помилок екіпажів, аналіз логіки мислення капітана в умовах дефіциту часу. Паралельно формуються навички когнітивної декомпресії — здатності знижувати психічне напруження шляхом вербалізації і системного мислення. У рефлексивно-ціннісному блоці акцент робиться на усвідомленні власної професійної ідентичності, аналізі особистих ресурсів, формуванні внутрішньої відповідальності за безпеку. Використовуються інструменти психологічного консультування, групової супервізії, методика «професійного

життєпису», що дозволяє студентам сформувати особистісно значущий зміст професії.

Крім цього, доцільним є створення психологічних лабораторій морської діяльності, де проводяться інтегровані заняття з використанням тренажерів, VR-технологій і біофідбек-систем. Такі лабораторії дозволяють відпрацьовувати компетенції стресостійкості, уваги, координації та командної взаємодії в умовах максимально наближених до реальних. Систематичне впровадження цих практик формує у студентів стійку структуру психологічних компетентностей, сприяє розвитку метакогнітивної свідомості, професійної надійності та морально-психологічної зрілості, що є ключовими передумовами ефективного функціонування у морському середовищі.

Розширення структури компетентнісної моделі за рахунок цих компонентів забезпечує цілісне формування особистості морського фахівця як суб'єкта професійної діяльності, здатного ефективно діяти у складній, динамічній і багатовимірній соціально-технічній системі морського транспорту. Таким чином, психологічна підготовка набуває не лише освітнього, а й аксіологічного виміру, спрямованого на формування професійної ідентичності, зрілості й стійкої системи цінностей, що гарантує гуманістичний характер морської професії. Важливою складовою компетентнісного підходу є розвиток когнітивної компетентності, що включає критичне мислення, ситуаційний аналіз, прогнозування та прийняття рішень у нестандартних умовах. Психологічна підготовка має бути орієнтована не лише на засвоєння теоретичних знань із психології, а й на розвиток когнітивної гнучкості, здатності до швидкої зміни стратегії поведінки, формування метакогнітивної обізнаності. Це досягається через проблемно-орієнтоване навчання, кейс-метод, психодіагностичні практикуми, інтегровані в систему професійних дисциплін [4].

У структурі професійної підготовки морських кадрів розвиток етико-психологічної компетентності виявляється у дотриманні норм морської етики, відповідальності за безпеку екіпажу, гуманному ставленні до колег і пасажирів. Вона формується через рефлексивні обговорення, аналіз моральних дилем, психологічні кейси та супервізійні заняття, які сприяють усвідомленню ціннісних основ професійної поведінки [5].

Висновки. Таким чином, компетентнісний підхід у психологічній підготовці фахівців морського транспорту є міждисциплінарною моделлю, що поєднує академічну психологічну освіту з практико-орієнтованим формуванням психологічної готовності до діяльності у складних умовах морського середовища. Його реалізація вимагає системної інтеграції психологічних дисциплін у професійно-технічний контекст, впровадження тренінгових технологій, використання психодіагностики як інструмента самопізнання та підвищення психологічної культури майбутніх моряків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Boyatzis R. E. The competent manager: A model for effective performance. John Wiley & Sons. 1982. P. 308.
2. Hetherington C., Flin R., Mearns K. Safety in shipping: The human element. Journal of Safety Research. 2006. Vol. 37. P. 401–411.
3. Koester T., Grech M., Horberry T. Human factors in the maritime domain. Press. 2008. P. 216.
4. Kozlowski S. W. J., Ilgen D. R. Enhancing the effectiveness of work groups and teams. Psychological Science in the Public Interest. 2006. Vol. 7. № 3. P. 77–124.
5. MacLachlan, M. (2017). Maritime psychology: Definition, scope and conceptualization. Research in organizational and health behavior at sea. Springer International Publishing, Springer Nature. 2017. P. 241.
6. Roberts R. D., Zeidner M., Matthews G. Does emotional intelligence meet traditional standards for an intelligence? Some new data and conclusions. Emotion. 2001. Vol. 1. № 3. P. 196–231.
7. Spencer L. M., Spencer S. M. Competence at work: Models for superior performance. John Wiley & Sons. 1993. P. 392.

АНАЛІЗ СТАНУ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ В УКРАЇНІ

Мазуренко В. В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: ст.в. Дзигар А.К.

Вступ. Морська транспортна інфраструктура відіграє ключову роль у економічному розвитку будь-якої країни, особливо тієї, яка має вихід до моря. Україна, володіючи значним морським потенціалом та вигідним географічним положенням, має всі передумови для розвитку потужної та конкурентоспроможної морської транспортної системи. Проте, в сучасних умовах глобалізації та зростаючих міжнародних зв'язків, необхідність удосконалення та модернізації морської транспортної інфраструктури стає все більш нагальною.

Мета доповіді це аналіз розвитку та сучасний стан морської транспортної інфраструктури України та в світі.

Основна частина. Одним із найважливіших стратегічних елементів національного удосконалення, що впливають на зростання національної економіки, здійснення зовнішньо-економічних зв'язків та інтеграцію у світовий економічний простір, є морська транспортна інфраструктурна система. Морський транспорт є одним з найпоширеніших видів транспорту у світі для міжнародних логістичних операцій. Він використовується компаніями, які повинні експортувати або імпортувати товари між країнами і континентами, розділеними океанами і морями.

Торгівля є двигуном удосконалення економіки України, що спонукало зміну характеру діяльності портів. Портова сфера України є складовою транспортно-логістичної системи держави. Техніко-технологічне оснащення та результативність робота портів впливає на конкурентоспроможність всієї транспортної галузі України. Конкурентоспроможність є головним показником стану економіки країни і перспектив її удосконалення.

Морська транспортна сфера стоїть на передовій технологічного ренесансу, переживаючи трансформаційну хвилю, зумовлену інтеграцією деталізації та штучного інтелекту. Особлива увага приділяється удосконалення людського капіталу. Сучасний порт — це не лише технічна база, а й висококваліфіковані кадри, здатні працювати з цифровими системами управління, обслуговувати автоматизовані крани, сенсорні системи контролю, аналітичне програмне гарантування. Тому важливим напрямом є формування центрів підготовки персоналу, які відповідають міжнародним стандартам ІМО.

Міжнародні фінансові інституції — СБРР, ЄІБ, Світовий банк — виявляють інтерес до фінансування модернізації портів України. Це дозволить оновити інфраструктуру, збільшити безпеку, результативність і відповідність екологічним стандартам ЄС (1, 2).

Україна має широкий вихід до Чорного та Азовського морів, що зумовлює стратегічне значення морського транспорту в зовнішньоекономічній діяльності. На сьогодні функціонує понад 13 морських торговельних портів, серед яких найбільшими є порти Одеса, Чорноморськ, Південний, Ізмаїл, Миколаїв, Херсон, та інші. Вони виконують значний обсяг перевезень та переробки вантажів, забезпечуючи транспортні зв'язки між Україною та країнами Європи, Азії, Близького Сходу й Африки. Незважаючи на потенціал, морські порти України стикаються з низкою системних проблем. Серед основних можна виокремити такі:

Застаріла інфраструктурна система. Більшість портових споруд і причалів потребують реконструкції або оновлення. Недостатній рівень інвестицій. Інвестиційна привабливість портової галузі обмежується складною процедурою доступу приватного капіталу та нестабільною законодавчою базою. Недосконалість логістичних ланцюгів. Відсутність ефективного поєднання між морським, залізничним і автомобільним транспортом знижує швидкість і якість перевезень. Проблеми з митним та прикордонним

оформленням. Бюрократичні процедури збільшують час перебування суден у портах і підвищують витрати. Екологічні ризики пов'язані з недостатнім контролем за скиданням відходів і забрудненням портових вод призводить до деградації морського середовища. Існуючі проблеми потрібно вирішувати заходами, спрямованими на модернізацію морських портів України. А це: модернізація портової інфраструктури та реконструкцію причалів, впровадження новітніх технологій для автоматизації логістики, розвиток та кооперація різних видів транспорту, таких як морський, залізничний і автомобільний. Актуальним стає підготовка та перепідготовка спеціалістів, здатних до сучасного менеджменту портів. Стан морської транспортної інфраструктури України наразі складний через те, що частина портів захоплені чи заблоковані через військові дії, недостатні інвестиції в модернізацію портів, Зношене та старе технічне обладнання з низькою продуктивністю вантажних портових операцій, складна координація між морським, залізничним і автомобільним транспортом, відтоку кваліфікованих фахівців логістика та технічного персоналу, застаріла система професійної підготовки.

Перспективи морської інфраструктури України з'являться після комплексу заходів по модернізації портів і терміналів, поглиблення акваторій, оновлення техніки, формування нових перевантажувальних потужностей, впровадженням сучасних логістичних технологій з автоматизованими системами обліку, управління суднозаходами та моніторингу екологічного стану, синхронізацію роботи морських портів із залізничною та автомобільною інфраструктурою (1, 2, 3).

Залучення вітчизняних і міжнародних інвесторів у модернізацію портів та флоту є вирішальним для успішного вирішення питань розвитку та виходу з теперішньої складної ситуації. Але для цього потрібно в першу чергу гарантувати захист інвестицій, спростити процедури інвестування в проекти, чесний та прозорий механізм контролю держави за використанням коштів.

Україна зобов'язана виконувати вимоги конвенції по запобіганню забруднення морського середовища (MARPOL), зменшенню шкідливого впливу морського транспорту для покращення екології Чорного та Азовського морів. Підготовка спеціалістів морської інфраструктури з урахуванням сучасних вимог до компетентності, знанням міжнародних стандартів та іноземних мов відповідно. Це можливо при співпраці освітніх закладів з морськими компаніями для оволодіння практичними навиками, обміну досвідом та проходження стажування в передових менеджерських компаніях про управління портів та транспорту (2, 3, 4).

Компетентнісний підхід у підготовці фахівців морського транспорту це поєднання теоретичних знань з умінням застосовувати в реальних практичних умовах, навички в поєднанні досвіду та знань для вирішення поточних викликів для отримання найкращих результатів діяльності.

Підготовка фахівців морської інфраструктури в пріоритет повинна врахувати аспекти розвитку уміння діяти, використання теоретичних знань, досвіду реальних ситуацій, аналіз викликів та пошук рішень, відповідальність за рішення, використання міжнародного досвіду та новітнього обладнання. Освітні програми підготовки майбутніх фахівців морського транспорту необхідно адаптувати під сучасні вимоги розвитку ключових компетентностей. Потрібні віртуальні симулятори та хмарні технології для творчого навчання, а це також значне фінансове навантаження на освітні заклади. Викладачі морської освіти та фахівці-практики повинні постійно взаємодіяти для оновлення програм навчання, щоб вони були у відповідності з сучасним рівнем вимог та технологій. Оцінка результатів навчання для визначення рівня компетентності фахівців з урахуванням здатності творчого вирішення завдань, мотивація розвитку.

Висновки. Морська інфраструктура України є і буде важливою складовою та запорукою успішної держави. Це більша частина зовнішньоторгових операцій, які реалізуються через морські порти, термінали, флот і супутню морську інфраструктуру такі як суднобудівні та судноремонтні заводи, організації для організації безпечного

судноплавства, тощо. Важливою складовою є освітні морські заклади для підготовки високопрофесійних фахівців з сучасними знаннями на світовому рівні. Подолання перешкод в фінансуванні, залучення інвестицій в модернізацію портів, новітнє суднобудування, підготовка кваліфікованих фахівців з високим рівнем сучасних компетентностей — це умови та гарантії успішного розвитку морської транспортної інфраструктури, інтеграції в світовий ринок транспортування вантажів, конкурентоспроможності флоту, портів та вітчизняних фахівців, які отримали знання в морських освітніх закладах України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інформація про водний транспорт України. URL : <https://mindev.gov.ua/diialnist/napriamy/vodnyi-transport/informatsiia-pro-vodnyi-transport-ukrainy>.
2. Перспективи розвитку української портової галузі до 2030 року. URL : <https://carryland.com.ua/blog/view/perspektivi-rozvitku-ukrayinskoyi-portovoyi-galuzi-do-2030-roku-a200/>.
3. Сучасний стан та перспективи розвитку морських вантажних перевезень в Україні. Петренко О. І. Каф. бізнес-логістики та транспортних технологій, Державний університет інфраструктури та технологій, e-mail: olga_co@meta.ua, olga.petrenko.bltt.duit@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-1869-7999.
4. Сучасні інституціональні особливості розвитку водного транспорту України. Осадчий М.Л., DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-135>.

ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КІЛ

Михайліченко В. І.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: к.т.н., доц. Тимофеев К.В.

Вступ. У складних умовах сьогодення (воєнний стан, карантинні заходи щодо протидії спалахам грипу, COVID-19) виникає проблема організації змішаного, а найчастіше дистанційного навчання. У цих умовах провідну роль відіграють програмні засоби навчання. При вивченні освітніх компонент, що направлені на формування компетентностей з електротехніки та електроніки для підготовки електромеханіків [1, 2], ефективно застосувати віртуальні лабораторії та симулятори. Використання віртуального лабораторного практикуму сприяє покращенню виконання дистанційних лабораторно-практичних занять, що значно розширює можливості реального експерименту.

Моделювання електричних кіл – процес, який включає створення абстрактних моделей електричних пристроїв, компонентів та систем, а також симуляцію їх роботи з використанням комп'ютерних програм. Створено багато програм для автоматизованого проектування (такі як Proteus, Multisim, LTspice, KiCad, Tinkercad та ін.). Ці програми використовуються для графічного програмування електричних схем, застосовуючи бібліотеки, що моделюють роботу реальних електронних компонентів або приладів.

Основна частина. Будь-яке електричне коло, з точки зору моделювання, являє собою, з однієї сторони, набір певним чином з'єднаних між собою окремих елементів, кожен з яких характеризується набором законів і правил, які описують його фізичну сутність і правила роботи; з іншої сторони електричний ланцюг також описується електротехнічними законами, що дає можливість моделювати взаємодію окремих елементів у схемі [3].

Для моделювання роботи як електронних кіл, так і пристроїв загалом використовуються абстрактні моделі, що відображають їх властивості у вигляді математичних формул, алгоритмів і програм. Такі методи дозволяють реалізувати уніфікований підхід до моделювання об'єктів, функціонування яких базується на різних фізичних явищах. Описання моделі технічного пристрою, такого як компонент електричного кола (наприклад, джерело живлення, транзистор, конденсатор і. т. ін), можливе лише на основі всебічних глибоких знань процесів, які лежать в основі його роботи. Результатом спільного використання математичних методів і засобів обчислювальної техніки є напрям комп'ютерного моделювання, основою якого є математична модель об'єкта, за якою реалізується з допомогою алгоритмів і відповідних програм його програмний аналог. Процес створення інформаційної моделі електронного компонента, як елемента електричного кола, можна представити у вигляді послідовності, що показана на рисунку 1.

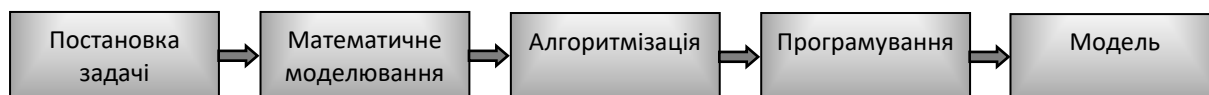


Рисунок 1 — Процес створення інформаційної моделі електронного компонента

Процес створення моделі окремого електричного кола з використанням математичних моделей кожного компонента може бути досить трудомістким, а також потребує ґрунтовних знань фізики, математики та програмування. Поширення набули системи автоматизованого проектування (САПР), які значно спрощують процес моделювання. Такі системи мають бібліотеку з готовими елементами, математичні моделі яких вже побудовано та закладено. Також вони дозволяють виконувати конструювання схем на основі готових елементів, таким чином будуючи електричні кола, та досліджувати електричні процеси у них.

Електронна система моделювання імітує реальне робоче місце дослідника –

лабораторію, яка обладнана вимірювальними приладами, що працюють у реальному часі, та дозволяє моделювати як прості, так і складні аналогові та цифрові пристрої.

Для роботи з віртуальною лабораторією моделювання електронних схем необхідні:

- знання та розуміння принципів роботи основних вимірювальних приладів (осцилограф, мультиметр, генератор тощо);
- знання окремих елементів радіоелектронних пристроїв.

Робота з електронною системою моделювання включає в себе чотири головні етапи: створення схеми, вибір та підключення вимірювальних приладів, активацію схеми – розрахунок процесів у пристрої, що досліджується, та аналіз отриманих результатів.

Існує дуже багато різноманітних програм для моделювання електричних і електронних схем. Їх можна розділити на безкоштовні та платні, для початківців та професіоналів і т.д. Кожна має свої особливості та «родзинку», завдяки якій вона стала відомою.

У навчальному процесі велике значення мають безкоштовні програмні продукти, які доступні широкому колу користувачів. Серед найбільш популярних можна виділити LTspice, KiCad, Falstad Circuit Simulator. Ці інструменти дозволяють створювати, моделювати та аналізувати електронні схеми, проводити експериментальні дослідження та формувати практичні навички роботи з електронними компонентами.

У даній роботі розглянуто три безкоштовні програми: Falstad Circuit Simulator, LTspice, KiCad. Вони є доступними, зручними у використанні та ефективними як у навчальних, так і в практичних завданнях.

Falstad Circuit Simulator. Це інтерактивний симулятор електронних схем, який відрізняється простотою використання та наочністю. Програма доступна онлайн, але існує також офлайн-версія, що дозволяє працювати без підключення до Інтернету [4].

Falstad особливо зручний для візуалізації процесів у колах: користувач може спостерігати, зміну напрямку струму, напруги, перехідні процеси тощо. Цей симулятор часто застосовується на початкових етапах навчання, коли важливо показати студентам фундаментальні принципи роботи електричних схем. Незважаючи на простоту, Falstad підтримує досить широкий набір елементів - від резисторів і конденсаторів до операційних підсилювачів і логічних елементів.

Програма має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, тому навіть користувач із базовими знаннями може швидко розібратися з її функціоналом. Наприклад, взаємодія з елементами схеми максимально спрощена: компоненти можна увімкнути або вимкнути звичайним кліком миші. При наведенні курсора на елемент система автоматично відображає коротку інформацію про нього, що допомагає орієнтуватися у схемі. Зміна параметрів компонентів, таких як опір резистора чи ємність конденсатора, здійснюється через контекстне меню, яке відкривається правою кнопкою миші. На рисунку 2,а показана модель мультівібратора на операційному підсилювачі, а на рисунку 2,б регулятор потужності із застосуванням диністора та симістора.

Зверху розташована горизонтальна панель із бібліотекою схем та елементів. Справа знаходиться панель керування симуляцією з кнопками запуску, паузи та перезавантаження. Працюють гарячі клавіші: пробіл для швидкої паузи, Ctrl+R для скидання і т.д. У нижній частині інтерфейсу розташовані графіки, які працюють як осцилографи - вони відображають напругу (зелений) і струм (жовтий) у вибраних точках схеми. Користувач може змінювати швидкість симуляції, що дозволяє спостерігати як повільні, так і високочастотні процеси [4].

Для побудови схем доступне меню додавання компонентів: резисторів, конденсаторів, котушок, джерел живлення, операційних підсилювачів, перемикачів тощо.

Особливості Falstad Circuit Simulator: програма для початківців, спрощена модель симуляції, інтуїтивний інтерфейс, надає базові можливості для візуалізації струму та напруги, обмежена бібліотека компонентів, працює в ідеалізованому середовищі, не підтримує складні види аналізу, файли схем зберігаються у текстовому форматі (.txt) та

мають дуже малий розмір.

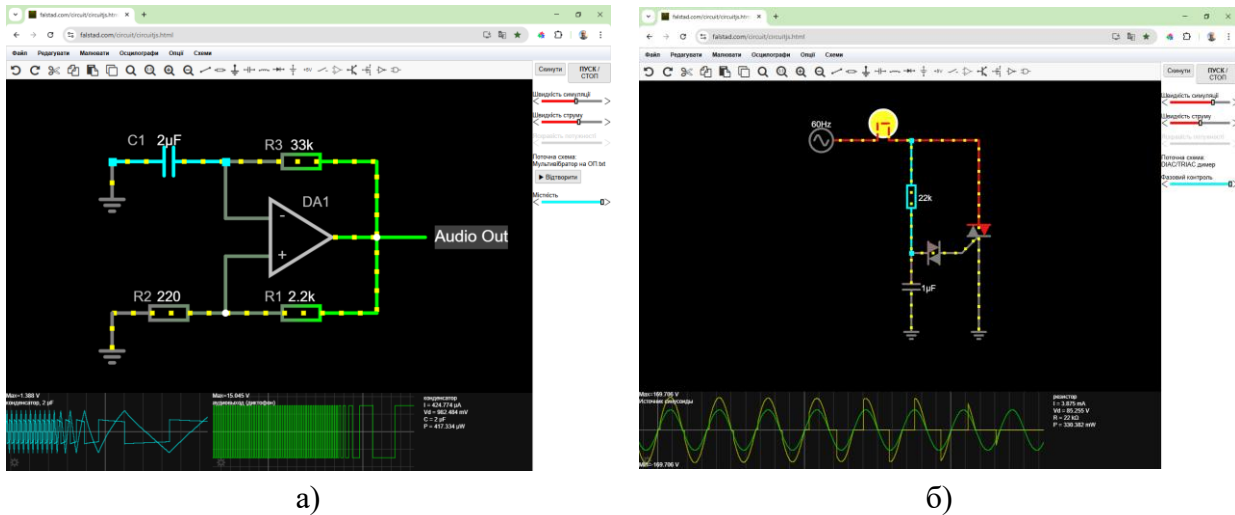


Рисунок 2 — Моделі схем у програмі Falstad Circuit Simulator: а — мультивібратор на операційному підсилювачі; б — регулятор потужності

LTspice. Безкоштовний та популярний симулятор електронних схем, розроблений Analog Devices для Windows і macOS, який дозволяє моделювати аналогові, цифрові та змішані схеми. Він включає редактор схем для візуального проектування та аналізу поведінки схем до їх фізичного виготовлення [5]. Для моделювання використовуються математичні рівняння, що базуються на стандарті SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis). Алгоритм SPICE, розроблений наприкінці 70-х років в університеті Берклі (Каліфорнія), де-факто став стандартом для комерційних систем схемотехнічного моделювання, що розробляються та експлуатуються в даний час для персонального комп'ютера. На рисунку 3 наведено модель цифрової мікросхеми 74160 синхронного 4-х розрядного декадного лічильника з асинхронним скиданням та діаграми її роботи.

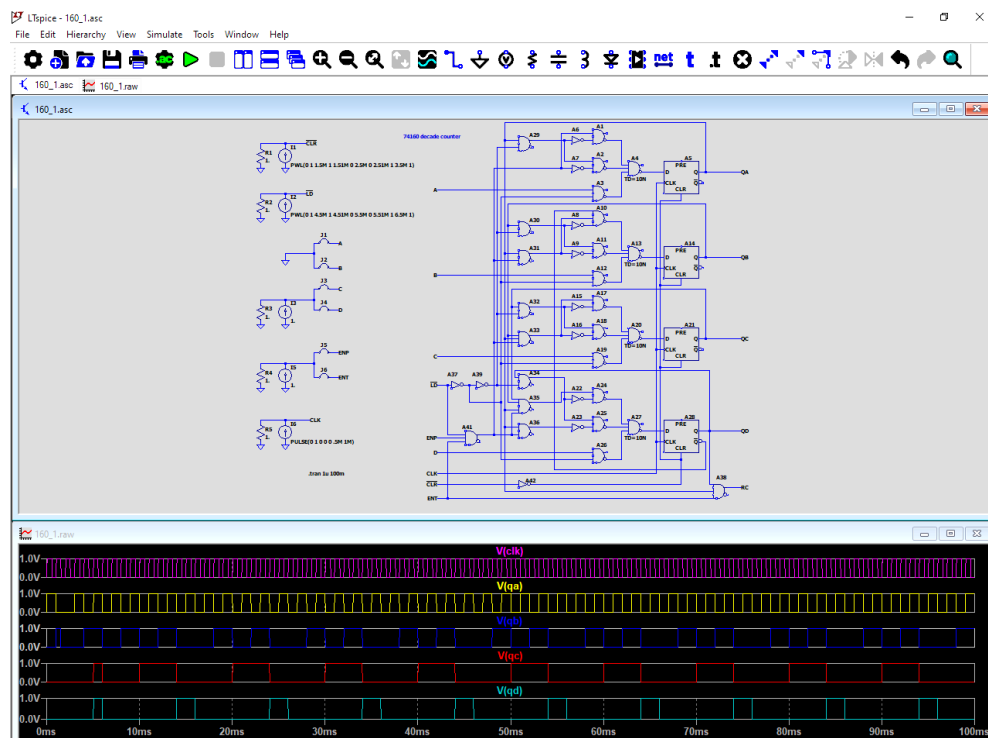


Рисунок 3 — Модель синхронного 4-х розрядного декадного лічильника з асинхронним скиданням та діаграми її роботи (мікросхема 74160)

Основне призначення та можливості:

- Моделювання схем: LTspice дозволяє створювати та тестувати електронні схеми у віртуальному середовищі перед їх фізичним виготовленням.
- Висока точність та швидкість: Програма забезпечує високу ефективність, швидкість та точність моделювання складних схем.
- Аналіз характеристик: З її допомогою можна дослідити електричні характеристики різних компонентів (резистори, конденсатори, транзистори, діоди тощо) та цілих пристроїв, таких як підсилювачі, фільтри, генератори та компаратори.
- Перегляд осцилограм: Вбудований плотер дозволяє аналізувати результати моделювання у графічному вигляді.
- Велика бібліотека моделей: LTspice поставляється з великою бібліотекою вбудованих моделей, а також дозволяє адаптувати сторонні або створювати власні моделі компонентів.
- Безкоштовне використання: Програма надається абсолютно безкоштовно як для Windows, так і для MacOS, що робить її дуже популярною.

Користувач створює схему у графічному редакторі програми. LTspice перетворює цей графічний опис на набір математичних рівнянь, використовуючи метод вузлового аналізу (як і класичний SPICE), і вирішує їх, симулюючи поведінку схеми.

Важливо, що програма LTspice призначена винятково для моделювання електричних характеристик схем. Вона не має функцій для проектування друкованих плат (PCB - printed circuit board).

KiCad — це програмний комплекс з відкритим вихідним кодом для створення принципів схем, друкованих плат, а також пов'язаний із проектуванням компонентів. KiCad підтримує як інтегрований процес проектування, у якому схема і друкована плата розробляються одночасно [6]. KiCad містить кілька інструментів, що допомагають у проектуванні схем і друкованих плат, таких як PCB калькулятор для визначення електричних властивостей елементів схеми, Gerber-переглядач для перевірки файлів використовуваних у виробництві друкованих плат, 3D-переглядач для візуалізації готової друкованої плати, а також вбудований SPICE-симулятор. KiCad працює на всіх основних операційних системах і на комп'ютерах різної конфігурації. Підтримує розробку багат шарових друкованих плат (до 32 шарів) та може використовуватись у проектах великої складності. KiCad розробляється та удосконалюється командою інженерів-програмістів та інженерів-електронників з усього світу, мета яких — створення вільного програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом придатного для професійного проектування та розробки електроніки. На рисунку 4 наведено схему та результати моделювання операційного підсилювача зі змінним коефіцієнтом підсилення.

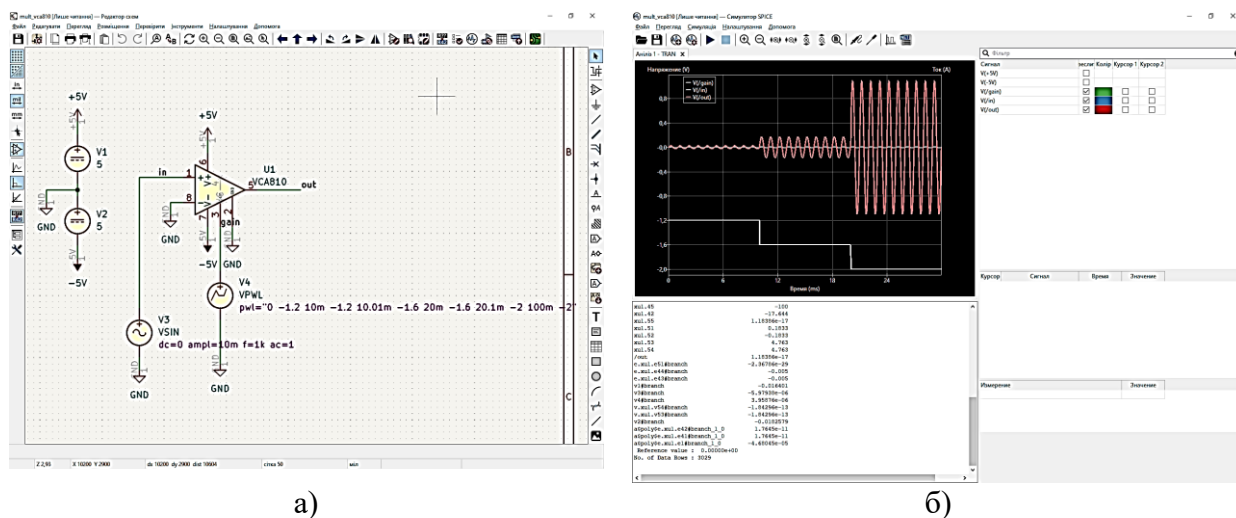


Рисунок 4 — Операційний підсилювач зі змінним коефіцієнтом підсилення:

а — схема; б — моделювання роботи

На рисунку 5 показано приклад розведеної друкованої плати програматора PIC контролерів.

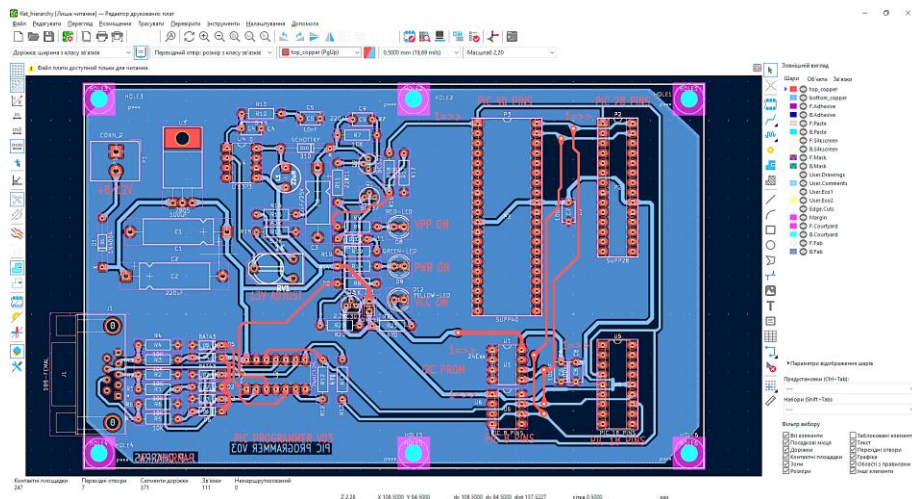


Рисунок 5 — Друкована плата програматора PIC контролерів

Висновки. Використання таких відкритих безкоштовних програмних платформ, як Falstad Circuit Simulator LTspice KiCad, сприяє формуванню комплексних професійних компетентностей, забезпечуючи можливість поєднувати базовий теоретичний матеріал з його практичним застосуванням у віртуальному середовищі. Таким чином, здобувач вищої освіти отримує доступ до інструментарію, максимально наближеного до реальних умов професійної діяльності.

Застосування цих програм у навчальному процесі суттєво підвищує компетентісну підготовку електромеханіків з електротехніки, електроніки та силової перетворювальної техніки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Electro-technical officer. Model course 7.08, International Maritime Organization, London. 2014. 181 p.
2. SOLAS. Consolidated Edition. London: International Maritime Organization, 2020. 588 p.
3. Моделювання в електроніці : навчальний посібник / К. В. Огородник, Б. П. Книш, П. М. Ратушний, О. О. Лазарєв. Вінниця : ВНТУ, 2017. 118 с.
4. Falstad Circuit Simulator. URL: <https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html>.
5. LTspice® Technical Information and Guides. Analog Devices. URL: <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-andcalculators/ltspice-simulator/ltspice-recommended-reading-list.html>.
6. User manual KiCad 9.0.6. URL : https://docs.kicad.org/9.0/uk/getting_started_in_kicad/getting_started_in_kicad.html.

ЕМОЦІЙНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК КОМПАС ПРОФЕСІЙНОГО ЗРОСТАННЯ МАЙБУТНЬОГО МОРЯКА

Самойлов О.О.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: д.п.н., проф. Ляшкевич А. І.

Вступ. Сучасна морська індустрія є складною соціотехнічною системою, в якій «людський фактор» залишається ключовим для забезпечення безпеки та операційної ефективності. Огляд наукової літератури свідчить про значний зсув фокусу з суто технічних навичок на нетехнічні компетенції. До них, зокрема, відносять комунікативні навички (здатність чітко передавати інформацію), лідерство (вміння керувати командою та мотивувати її), прийняття рішень (особливо в умовах стресу) і міжкультурну компетентність [1]. У цьому контексті наукові джерела все частіше наголошують на важливості емоційного інтелекту (ЕІ) як вирішального фактору для успішного лідерства та кар'єрного зростання. Дослідження показують, що до 85% кар'єрного успіху залежить саме від «м'яких навичок», що перетворює їх розвиток на стратегічну необхідність для галузі.

Огляд наукової літератури, зокрема праць Zheliaskov et al., Simanjuntak, Korakis & Poulaki й Coronado-Maldonado & Benítez-Márquez свідчить, що актуальність теми зумовлена кількома факторами. По-перше, дослідження [2] послідовно вказують на людську помилку, яка часто пов'язана зі стресом та емоційною нестабільністю, як на головну причину морських інцидентів. По-друге, аналіз показує парадокс автоматизації: впровадження морських автономних надводних суден (MASS) не зменшує, а посилює важливість, оскільки роль людини зміщується від виконання рутинних операцій до управління кризовими ситуаціями і прийняття складних рішень під тиском [3]. По-третє, у джерелах зазначається про значний розрив між потребами галузі та традиційними навчальними програмами, де розвиток ЕІ часто є «найбільш занедбаним аспектом навчання»[4]. Це доповнюється унікальними професійними стресорами, такими як тривала ізоляція, втома і робота в мультикультурних екіпажах, що робить ЕІ ще більш критичним.

Постановка задачі. Метою даного оглядового аналізу є узагальнення та систематизація існуючих наукових досліджень для обґрунтування необхідності інтеграції розвитку емоційного інтелекту в навчальні програми морських закладів освіти. Завдання полягає в тому, щоб на основі аналізу здійснених досліджень продемонструвати, що ЕІ розглядається як фундаментальна компетенція. Аналіз фокусується на тому, як, згідно з дослідженнями, ЕІ впливає на ключові аспекти морської професії: управління стресом, підвищення безпеки, ефективність лідерства та міжкультурну комунікацію, використовуючи модель Деніела Гоулмана як теоретичну рамку.

Аналіз наукових джерел [2] показує, що модель емоційного інтелекту Деніела Гоулмана [1], яка включає п'ять компонентів (самосвідомість, саморегуляція, мотивація, емпатія, соціальні навички), є ефективною теоретичною рамкою для морської галузі. Проаналізовані дослідження встановлюють, що високий рівень ЕІ:

- Служить буфером проти стресу. Дослідження підтверджують, що ЕІ допомагає морякам ефективніше справлятися з такими стресорами, як ізоляція, втома та розлука з родиною, сприяючи психічному благополуччю і застосуванню здорових стратегій подолання стресу.
- Підвищує безпеку. Встановлено прямий зв'язок між емоційною нестабільністю та людською помилкою. Крім того, ЕІ лідера сприяє створенню клімату «психологічної безпеки», де екіпаж не боїться повідомляти про проблеми, що напругу веде до зменшення помилок.
- Є основою лідерства. ЕІ позитивно корелює з трансформаційним лідерством і стає все більш важливим у міру просування по кар'єрних сходах. Лідери з високим

ЕІ створюють «щасливі судна», мотивуючи команди і підвищуючи їхню продуктивність.

- Покращує міжкультурну взаємодію. У мультикультурних екіпажах ЕІ є ключовим для культурної адаптивності та ефективної комунікації, дозволяючи долати культурні бар'єри і будувати згуртовані команди.

Для здобувача освіти ключовим є освоєння саморегуляції для управління стресом під час навчання і розвиток базових соціальних навичок для роботи в команді. На посаді молодшого офіцера ці навички трансформуються в здатність спокійно реагувати на несправності й вміння будувати довіру з екіпажем. Старший офіцер вже активно використовує емпатію та соціальні навички для наставництва, вирішення конфліктів і мотивації команди. Вершиною цього розвитку є капітан, який повинен демонструвати максимальне самовладання в кризових ситуаціях і використовувати розвинену емпатію для захисту добробуту всього екіпажу. Таким чином, успішний кар'єрний шлях від кадета до капітана — це не лише накопичення досвіду, а й цілеспрямована еволюція емоційного інтелекту, що перетворює фахівця на стійкого, мудрого та ефективного лідера.

У дослідженнях пропонуються конкретні рекомендації для морських закладів освіти (інтеграція ЕІ в навчальні плани, використання симуляторів, наставництво) та для курсантів (ведення рефлексивного щоденника, практика усвідомленості) [5]. На основі узагальнення даних із літератури, створено презентацію з картою застосування компетенцій ЕІ на різних етапах кар'єри моряка.

Висновки. Емоційний інтелект розглядається як основна, невід'ємна компетенція для морського професіонала 21-го століття. Дослідження доводять, що його розвиток є інструментом для підвищення стійкості до стресу, безпеки, ефективності лідерства і кар'єрного успіху. В епоху автоматизації, як підкреслюють автори, унікальні людські навички, втілені в ЕІ, стають ще ціннішими. Таким чином, інвестиції в розвиток ЕІ є не просто освітнім удосконаленням, а стратегічним кроком у «підготовці до майбутнього» морської робочої сили, який гарантує, що «людський фактор» залишатиметься джерелом сили та адаптивності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Goleman, D. (1995). *Emotional intelligence*. Bantam Books, Inc.
2. Korakis, G., & Poulaki, I. (2025). A Systematic Literature Review on the Relationship Between Emotional Intelligence and Transformational Leadership —A Critical Approach. *Businesses*, 5(1), 4. <https://doi.org/10.3390/businesses5010004>
3. Zheliaskov, V., Berezovska, V., Tymofyeyeva, O., Chyzh, S. & Turlak, L. (2024). Soft skills in the professional competence of specialists in the maritime industry. *Pomorstvo*, 38 (1), 141–152. <https://doi.org/10.31217/p.38.1.11>
4. Marudut Bernadtua Simanjuntak. (2024). Exploring Emotional Intelligence in Semester 3 Cadets at Maritime Institute Jakarta: Implications for Maritime Management and Education. *Semantik : Jurnal Riset Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 2(1), 131–141. <https://doi.org/10.61132/semantik.v2i1.259>
5. Coronado-Maldonado, I., & Benítez-Márquez, M. D. (2023). Emotional intelligence, leadership, and work teams: A hybrid literature review. *Heliyon*, 9(10), e20356. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20356>

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ІНШОМОВНИХ СЛІВ У МОРСЬКІ ПРОФЕСІОНАЛІЗМИ

Степанян А. А.

*Херсонська державна морська академія
Науковий керівник: д.тн., проф. Ляшкевич А. І.*

Вступ. Мова є не лише засобом комунікації, а й індикатором професійної культури і розвитку галузі. У морській сфері, де взаємодія відбувається на міжнародному рівні, активно використовується лексика іншомовного походження, що слугує засобом стандартизації термінів та ефективного спілкування між фахівцями різних країн.

Дослідження імплементації іншомовних слів у морські професіоналізми дозволяє виявити закономірності мовного впливу, стандартизації термінології та процеси інтеграції іноземних слів у національну морську термінологічну систему [1]. Аналіз цих процесів є актуальним як для підготовки майбутніх фахівців, так і для забезпечення високого рівня комунікаційної компетентності у міжнародній морській спільноті. Крім того, у сучасному світі, мова в морській галузі схильна до змін, стикаючись із великою кількістю цифровізації та екологічних стандартів. Вивчення запозичень допомагає зрозуміти як мова та суспільство адаптується до нових технологій і стандартів, таких як автономні судна чи зелена навігація, забезпечуючи єдність термінології на міжнародному рівні [2].

Виклад основного матеріалу. Морська галузь завжди була сферою міжнародного співробітництва. Від часів перших великих відкриттів і до сьогодення моряки різних країн взаємодіють між собою, тому в морській мові відбувається активне запозичення іншомовних термінів. Морська лексика формується на перетині технічної, культурної та історичної комунікації, тому імплементація іншомовних слів у професійну мову мореплавців — природний і закономірний процес. Іншомовні слова, запозичені переважно з англійської та німецької мов, стали невід’ємною складовою сучасного морського дискурсу. Водночас їхнє широке використання потребує уважного підходу до мовної культури та адаптації термінів до українського науково-професійного контексту.

Питання іншомовної або запозиченої лексики досліджували вчені В. Білоусова, І. Бойчук, Ю. Малахова, Т. Рудакова, Ф. Циткіна, Б. Юрківський; морській термінології приділяли увагу М. Бабишена, О. Горбач, А. Варинська, Н. Корнодудова, А. Ляшкевич, науковці, становлення і розвиток української термінології, класифікаційні особливості її висвітлено в працях В. Іващенко, Т. Кияк та інших.

Так, Т. Рудакова у своїй праці зазначає, що одним з активних процесів, що діють у сучасній українській мові, є запозичення з інших мов слів, які підлягають семантичним, словотвірним, граматичним та стилістичним змінам. У різні періоди становлення теорії іншомовних входжень учені вирішували питання про те, як відбувається процес запозичення, які його умови й причини, що являє собою асиміляція іншомовних слів у мові, яка їх приймає. Зважаючи на мету й завдання нашої роботи, розглянемо визначення поняття запозичення, умови запозичення та процес освоєння іншомовних слів [3, с. 46].

А. Варинська наголошує, що становлення української морської термінології пов’язане з історичними періодами, де запозичення з іноземних мов, таких як голландська, німецька та іспанська, суттєво вплинули на проблему формування термінів для суднобудування та навігації. Вона зазначає, що запозичення не лише збагачують лексику, але й забезпечують її адаптацію до національного контексту, підкреслюючи необхідність регулювання та впорядкування термінології для збереження мовної ідентичності [4, с. 297–298]. А це є важливим чинником у розвитку термінологічної системи.

Найбільший вплив на морську термінологію мала голландська мова, оскільки в XVII ст. Нідерланди були провідною морською державою. Саме звідти в українську морську мову потрапили такі слова, як киль (kiel), шкот (schoot), рей (ra), бак (bak), шлюпка (sloep). Ці терміни стосуються конструкції судна, елементів такелажу та керування вітрилами. Голландські запозичення не лише визначають окремі деталі, а й

відображають давню морську традицію, пов'язану з розвитком суднобудування. Варто зазначити, що ці терміни збереглися в українській морській мові практично без змін у вимові, що свідчить про їхню стабільність і функціональну значущість у морській практиці. Крім того, їхнє вживання є прикладом того, як іншомовні елементи інтегруються в професійну лексику, збагачуючи її та підтримуючи тісний зв'язок з історичними і міжнародними традиціями судноплавства.

Значний вплив на українську морську термінологію мала німецька мова, особливо з XVI століття, коли через посередництво польської мови увійшли терміни, пов'язані з типами суден і навігацією, а в XVIII–XIX століттях — з військово-морським флотом та обладнанням. З німецької до української морської мови потрапили слова шкута (Schute — плоскодонне вантажне судно для річкової та прибережної навігації), ліхтан (Likhtan — маякове судно або освітлювальний пристрій), бат (Boot — човен або мале судно), брандер (Brander — вогневе судно для атаки ворога), штандарт (Standart — військово-морський прапор або знак рангу), фрахт (Fracht — морське перевезення вантажу), ранг (Rang — ранг у морській ієрархії), вест (West — напрямок або вітровий термін у навігації) та кітель (Kittel — форма моряка або куртка). Ці запозичення часто адаптувалися до української фонетики та граматики, збагачуючи термінологію точними назвами для суднобудування, екіпажу та операцій на морі, і свідчать про європейські мовні обміни в розвитку морської справи [4].

Велику роль відіграла й іспанська мова, особливо в епоху Великих географічних відкриттів. З іспанської до української морської мови потрапили слова капітан (capitán), флотилія, армада, галеон, корвет. Іспанські запозичення часто мають більш урочисте чи історичне звучання і вживаються як офіційні терміни для типів суден та військових з'єднань. Слід зазначити, що ці слова не лише збагачують лексику, а й відображають міжнародний характер морської діяльності того часу. Вони свідчать про тісні зв'язки українських моряків із провідними морськими державами, а також про адаптацію іноземних термінів у професійну мову з урахуванням національної фонетики і морської традиції. Таким чином, іспанські запозичення підкреслюють історичну багатомірність української морської термінології та її роль у розвитку професійної комунікації на морі.

Менш відомим, але цікавим джерелом морських запозичень є тагальська мова (Філіппіни). У сучасному морському середовищі, де велика частка екіпажів складається з філіппінців, певні побутові слова потрапляють у міжнародне спілкування моряків. Наприклад, слова баго (новий), кумпадре (товариш), барако (сильний чоловік) трапляються в неформальних розмовах на борту суден. Хоч ці слова не є офіційними термінами, вони відображають сучасний процес міжкультурного обміну. Важливим є те, що такі запозичення слугують засобом створення соціальної інтеграції екіпажу й зміцнення командного духу на борту. Вони ілюструють динамічність морської лексики, де офіційні терміни співіснують із неформальною комунікацією, забезпечуючи ефективну взаємодію між моряками різних національностей і культур.

Найпотужніший вплив сьогодні має англійська мова, яка є офіційною мовою міжнародного мореплавства відповідно до вимог ІМО (Міжнародної морської організації). Англіцизми не лише запозичуються, а й активно використовуються у повсякденній роботі моряків: deck, bridge, engine, chief, cargo, vessel, safety, watch. Часто у розмовах моряки змішують англійські та українські слова: «Я на watch», «Перевір cargo operation», «Chief сказав зробити maintenance». Такі приклади свідчать про живу імплементацію англійських термінів у професійне мовлення, формування своєрідного морського суржику, який забезпечує швидку та ефективну комунікацію на судні. Варто відзначити, що англійські запозичення виконують не лише технічну функцію, а й виступають засобом стандартизації міжнародної термінології, що дозволяє екіпажам різних національностей розуміти один одного без додаткових пояснень. Це явище демонструє динамічність сучасної морської мови та її здатність швидко адаптуватися до глобальних комунікаційних вимог [2].

Висновки і перспективи. Таким чином, здійснене дослідження засвідчує, що запозичення не загрожують українській морській лексиці. Навпаки, вони розширюють її можливості, дозволяючи точніше передавати технічні поняття, уніфікувати комунікацію між фахівцями різних країн і підвищувати безпеку мореплавства.

Імплементация іншомовних слів у морські професіоналізми є невід'ємною частиною розвитку морської мови. Голландські, іспанські, англійські та тагальські (філіппінські) запозичення свідчать про історичну спадкоємність і міжнародний характер морської галузі. Вони роблять українську морську лексику гнучкою, сучасною і зрозумілою у світовому професійному середовищі.

Подальші дослідження в цій галузі можуть бути спрямовані на аналіз впливу сучасних технологій та глобалізаційних процесів на морську термінологію, зокрема на вивчення нових запозичень, пов'язаних із інноваціями в суднобудуванні, навігаційних системах та екологічних стандартах. Важливим є також розробка рекомендацій для впорядкування та стандартизації іншомовних термінів у контексті європейської інтеграції України. Це сприятиме зміцненню позицій української мови в глобальній морській спільноті, забезпечуючи її адаптацію до сучасних викликів та збереження національної мовної ідентичності в умовах глобалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ляшкевич А. І. Вплив термінів і професіоналізмів на підготовку фахівців морської галузі // Збірник матеріалів Міжрегіонального науково-практичного online-семінару викладачів та здобувачів вищої освіти / За заг. ред. К. Я. Климової. Житомир : Поліський національний університет, 2024. 132 с. С. 30–33 <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/15203>
2. Міжнародна морська організація (ІМО); офіційний сайт - <https://www.imo.org>
3. Рудакова Т. М. Іншомовні лексичні запозичення та проблема їхньої доцільності у витлумаченні вчених ХХ–ХХІ ст. / Т. М. Рудакова // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Сер. : Філологічні науки. 2015. Вип. 7. С. 45–52. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nzbdpufn_2015_7_9
4. Варинська А. М., Корнодудова Н. М. Становлення української морської термінології. Термінологічний вісник 2021, вип. 6. С. 296–307. <https://termvisnyk.iul-nasu.org.ua/wp-content/uploads/sites/11/2022/01/Varynska.pdf>
5. Морська навігація. Терміни та визначення понять : ДСТУ 4509: 2005. [Чинний від 2008 – 04 – 01]. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 31 с.
6. Горбач О. Т. Українська морська й судноплавна термінологія. Мюнхен: Вісті братства колишніх вояків, 1958. 12 с.
7. Юрківський Б. В. Формування української морської термінології та перші джерела її фіксації. Одеса: Вісник філології, 1928. С. 150–165.
8. Кияк Т. Р. Періодизація формування української наукової термінології. Львів: Львівський університет, 1994. 200 с.
9. Іващенко В. Л. Інновації в сучасній українській морській термінології. Київ: Інститут української мови, 2015. С. 39–45.
10. Циткіна Ф. А. Запозичення в українській термінології. Харків: Харківський університет, 1993. 180 с.
11. Андріянова О. Я. Історія української військово-морської термінології. Київ: Національна академія наук України, 2011. 120 с.

МОДЕЛЮВАННЯ СУДНОВИХ СИСТЕМ ПРОГРАМНИМИ ПРОДУКТАМИ MATLAB, SIMULINK, MULTISIM

Топалов О. І.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник: к.т.н., доц. Тимофеев К.В

Вступ. Сучасна морська освіта потребує впровадження інноваційних технологій, які забезпечують високий рівень підготовки майбутніх фахівців та базуються на загальноосвітніх стандартах [1]. Одним із найефективніших засобів є використання комп'ютерних симуляторів, що дозволяють моделювати реальні технічні процеси без ризику для обладнання та людей. Програмні продукти MATLAB та Multisim допоможуть майбутнім фахівцям здобути практичних навичок, забезпечуючи наочність, розуміння та можливість вивчення електричних схем, аналізу сигналів та автоматизованих систем управління. Застосування таких симуляторів сприятиме підвищенню якості навчання, розвитку технічного мислення та підготовці курсантів до роботи в умовах сучасного морського флоту.

Актуальність дослідження. Полягає в необхідності підвищення рівня цифрової компетентності майбутніх морських фахівців у контексті стрімкої технологічної модернізації судноплавства. Сучасне мореплавство дедалі більше покладається на автоматизовані системи керування, електронні навігаційні комплекси та інтелектуальні системи моніторингу, тому вміння працювати з інженерними програмами та симуляторами стає невід'ємною складовою професійної підготовки. Для електромеханіків це — можливість відпрацьовувати алгоритми роботи енергетичних і електронних систем, для судноводіїв — глибше розуміти взаємодію між навігаційними засобами судна, а для механіків — опановувати принципи роботи двигунів, паливних, гідравлічних та охолоджувальних систем у віртуальному середовищі без ризику для обладнання. Впровадження таких симуляторів сприяє формуванню сучасного, практично орієнтованого підходу що відповідає вимогам сучасної морської галузі.

Основна частина. MATLAB є одним з потужних програмних середовищ, яке призначене для математичних розрахунків, моделювання, аналізу даних та візуалізації результатів [2]. Основна особливість MATLAB полягає у роботі з матрицями, що забезпечує високу швидкість виконання складних інженерних обчислень. Програма містить великий набір вбудованих функцій (блоків) для розв'язання задач з лінійної алгебри, статистики, а саме головне — моделювання систем автоматичного керування та обробки сигналів. Важливою складовою MATLAB є Simulink [2, 3].

Simulink надає широкі можливості для моделювання динамічних систем у режимі реального часу. Завдяки візуальному інтерфейсу користувач може створювати моделі за допомогою блок-схем, що значно спрощує процес аналізу складних технічних процесів. Simulink дозволяє проводити імітаційне моделювання електричних, механічних, гідравлічних і теплових систем, аналізувати їхню поведінку під дією зовнішніх факторів, а також відпрацьовувати алгоритми керування без потреби у фізичному обладнанні. Для курсантів морської академії це відкриває можливість створення віртуальних моделей суднових систем — від електродвигунів і систем автоматизації до процесів енергорозподілу, що істотно підвищує якість навчання та практичну підготовку.

Водночас варто зазначити, що MATLAB є платним програмним продуктом, тому впровадження його в освітній процес вимагає наявності ліцензій та відповідних матеріальних ресурсів з боку навчальних закладів. Незважаючи на це, використання MATLAB відкриває значні можливості, сприяючи розвитку аналітичних і технічних навичок.

На офіційному сайті MATLAB та інтернет ресурсах можна знайти багато готових прикладів і демонстрацій, створених у середовищі Simulink [2, 4]. Вони демонструють можливості моделювання різноманітних процесів — від роботи механічних, електричних,

керуючих систем до динаміки руху судна та функціонування його двигуна. Такі приклади дуже корисні для курсантів, бо допомагають швидше розібратися з основними принципами побудови моделей, спробувати модифікувати модель, змінювати параметри та проаналізувати результат моделювання. Завдяки цьому навчання стає більш наочним і цікавим, а курсанти отримують практичне уявлення про те, як працюють реальні технічні системи.

Робота в Simulink починається з відкриття середовища MATLAB, де у вікні команд вводять команду *simulink* або обирають пункт меню Home → Simulink → Library Browser. Після цього відкривається бібліотека блоків, що містить готові елементи для побудови моделей — джерела сигналів, підсилювачі, суматори, вимірювальні прилади, елементи керування тощо. Для створення нової моделі користувач відкриває порожнє вікно (File → New Model) і перетягує потрібні блоки з бібліотеки у робочу область. Далі блоки з'єднуються лініями, утворюючи логічну схему процесу, після чого налаштовуються їхні параметри. Коли модель готова, натискають кнопку Run, щоб запустити симуляцію й переглянути результати у вигляді графіків, осцилограм або числових значень. Таким чином, Simulink дозволяє створювати як прості моделі електричних кіл, так і складні системи автоматичного керування, а також досліджувати роботу суднових механізмів і процесів у режимі реального часу.

На рисунку 1 показано типову морську систему електропостачання судна з базовим навантаженням, навантаженням змінних споживачів, носовими підрулюючими установками та електричною рушійною установкою.

Основними компонентами системи є:

- Газова турбіна потужністю 30 МВА з генератором змінного струму;
- Дизельний генератор потужністю 5 МВА з генератором змінного струму;
- Базове навантаження 11,5 МВА
- 6 МВА комутаційне готельне навантаження
- Випрямляч рушійної установки середнього значення потужністю 20 МВА
- 1 МВА Прямий онлайн-запуск, асинхронні двигуни з короткозамкненими роторами у складі носових підрулюючих пристроїв.

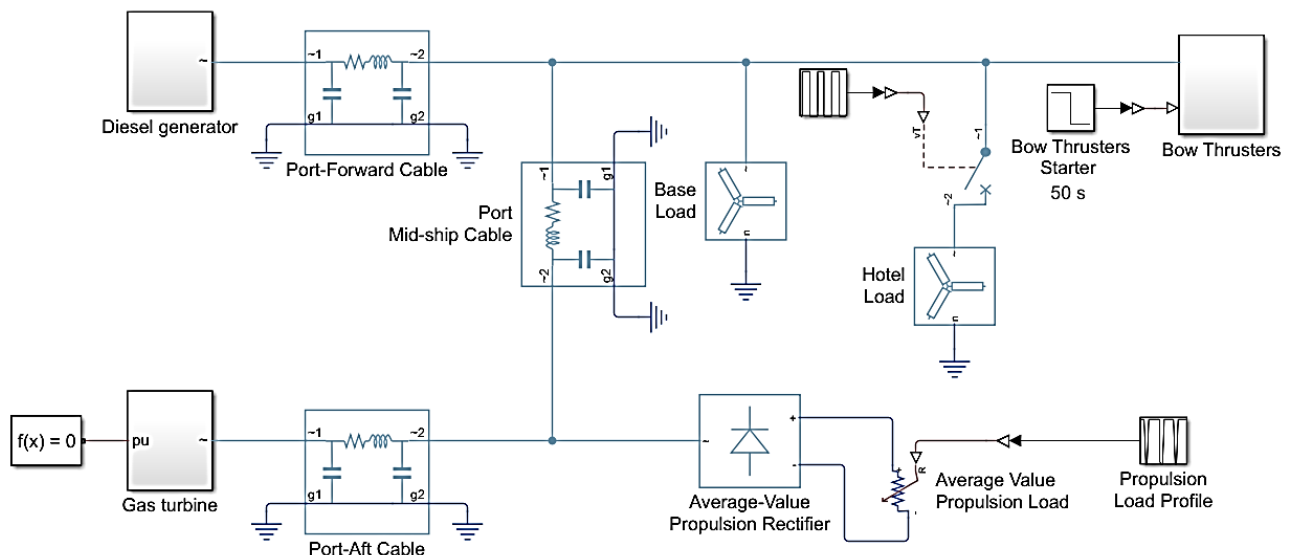


Рисунок 1 — Модель суднової електричної рушійної системи

Послідовність подій під час симуляції (рисунки 3):

- 10 секунд — відключення навантаження готелю;
- 20 секунд — починається нарощування потужності двигуна;
- 30 секунд — повна потужність вперед;

- 40 секунд — початок зниження потужності двигуна;
- 50 секунд — запуск носових підрулюючих пристроїв;
- 60 секунд — підключення готельного навантаження.

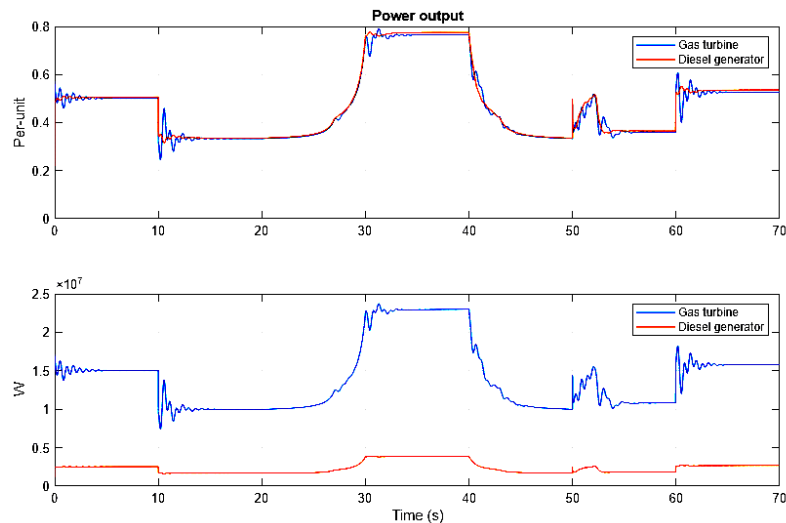


Рисунок 2 — Результат симуляції роботи при зміні навантаження

У моделі на рисунку 3 показано комплексне проектування системи керування морським судном, включаючи моделювання динаміки судна, відстеження траєкторії, розширені алгоритми керування та сценарне тестування, а також інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Цю модель можна застосовувати в автономній навігації, морських дослідженнях та офшорних операціях, де точне керування судном є важливим для безпеки та ефективності.

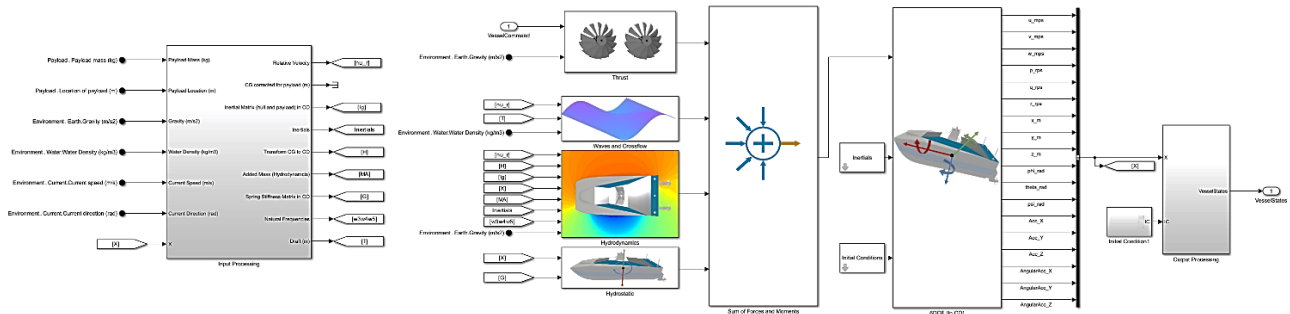


Рисунок 3 — Система керування морським судном

Математична модель у цьому прикладі симулює поведінку хвильових збурень, що впливають на морське судно. Алгоритми наведення, керування, навігації та запобігання зіткненням розроблені за допомогою Control System Toolbox™ та Stateflow®. Кілька сценаріїв симулюють ситуацію на різних морських судах. Нарешті, приклад демонструє, як самохідний транспортний засіб або судно, що розглядається, створює власний шлях і слідує бажаній траєкторії судна. Термін «самохідний транспортний засіб» стосується транспортного засобу, який містить датчики, що сприймають навколишнє середовище.

Розширена динаміка має вирішальне значення для стійкості та продуктивності морського судна, особливо коли воно стикається з різними корисними навантаженнями та умовами навколишнього середовища. Динаміка судна включає такі фактори, як плавучість, рушійна сила та опір, які необхідно ретельно моделювати та контролювати.

Поряд із MATLAB, не менш професійним середовищем у підготовці фахівців електротехнічних спеціальностей може посідати Multisim, який більш спеціалізовано працює з електричними та електронними схемами [5]. Multisim було розроблене компанією National Instruments для моделювання, аналізу та проектування електронних

схем. Multisim дає змогу візуально створювати електричні та електронні аналогові або цифрові схеми та проводити симуляцію їх роботи, що робить процес навчання більш наочним і практично орієнтованим.

Програма містить велику бібліотеку електронних компонентів — резисторів, конденсаторів, діодів, транзисторів, мікросхем тощо, а також підтримує підключення до реальних вимірювальних приладів. Як і MATLAB, Multisim також є платною системою, тому її використання передбачає певні фінансові витрати або придбання академічної ліцензії. Інтеграція Multisim у навчальний процес дозволила б курсантам ефективно вивчати принципи роботи електричних кіл та систем без ризику пошкодження обладнання. Робота в Multisim починається з відкриття програми та створення нового проєкту (File → New → Design). Основні складові інтерфейсу — це робоче поле, де будується електрична схема, панель інструментів із кнопками для з'єднання елементів, запуску симуляції та вимірювань, а також бібліотека компонентів, у якій зібрані резистори, конденсатори, діоди, транзистори, мікросхеми та інші елементи. Для побудови схеми користувач просто перетягує потрібні компоненти на робоче поле, з'єднує їх провідниками та задає параметри. Як приклад, можна змодельовати просту RC- або RLC-схему, перевірити форму сигналу на осцилографі чи дослідити роботу випрямляча або підсилювача. Multisim дозволяє проводити аналіз напруги, струму, частотних характеристик і навіть тестувати схеми в режимі реального часу, що робить його ефективним навчальним інструментом для майбутніх електромеханіків. На рисунку 4 наведено модель методу прямого пуску асинхронного електродвигуна.

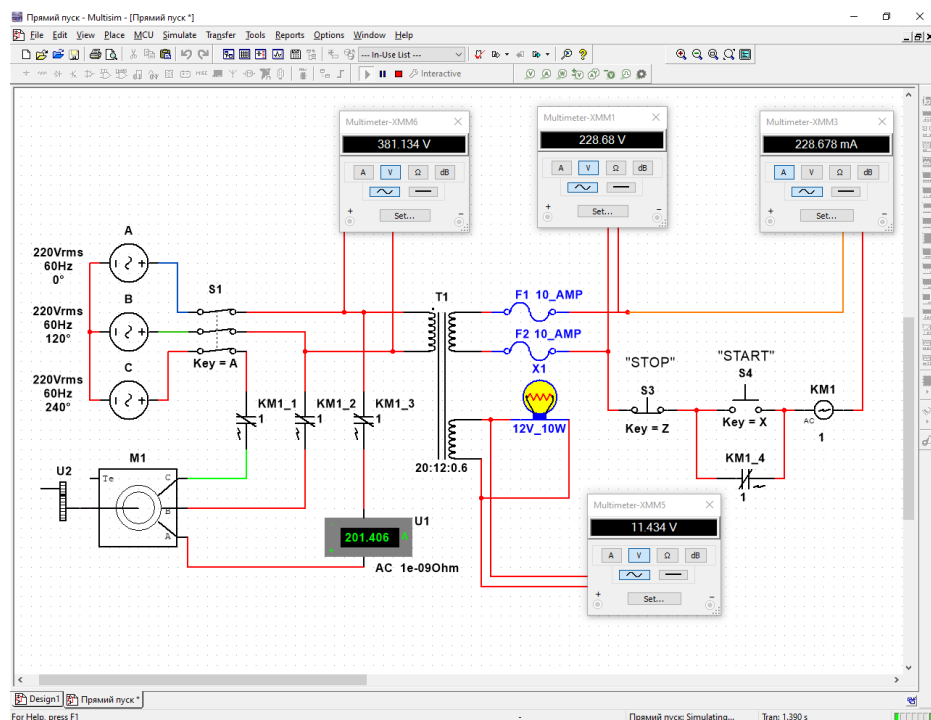


Рисунок 4 — Моделювання схеми прямого пуску асинхронного двигуна

На рисунку 5 показана модель електромеханічної системи, що складається з асинхронного двигуна та двигуна постійного струму. Вал асинхронної машини M1 з'єднаний з валом машини постійного струму M2 через ідеальний зубчастий механізм U2. Компонент резольвера U2 діє як ідеальний датчик - він не навантажує і не змінює швидкість валу.

Механічне навантаження імітується шляхом подачі струму від або в штифт валу машини. Окрім навантаження, яке кожна машина створює для іншої, існує зовнішнє постійне навантаження крутного моменту 0,03 Нм, змодельоване за допомогою I1.

Напруга на штифті валу представляє кутову швидкість в рад/с. Можна аналізувати

робочий цикл сигналів, що керують Н-мостом, змінюючи значення Vcontrol.

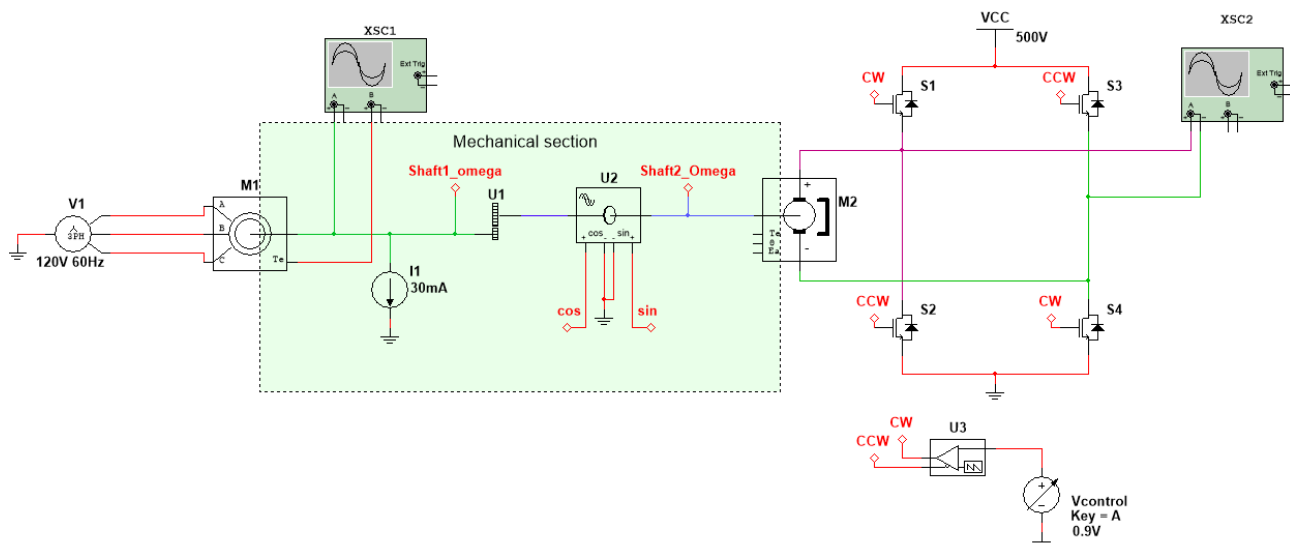


Рисунок 5 — Моделювання з'єднання двох електричних машин

Висновок. Використання симуляторів, таких як MATLAB і Multisim, відкриває нові можливості для підготовки курсантів морських академій. Вони дозволяють не просто вивчати теорію, а й бачити, як вона працює на практиці — у вигляді моделей, схем і віртуальних експериментів. Це робить навчання більш сучасним, цікавим і наближеним до реальних умов роботи на судні. Інтеграція таких програм у навчальний процес допоможе формувати у майбутніх морських фахівців упевнені практичні навички, технічне мислення та готовність працювати з новими технологіями на судні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. STCW A GUIDE FOR SEAFARERS. Taking into account the 2010 Manila amendments. URL : https://www.mptusa.com/pdf/STCW_guide_english.pdf.
2. MATLAB and Simulink Products. URL: <https://www.mathworks.com/products/>.
3. Довгий Б.П., Вакал Є. С. Інформаційні системи та технології. К.: Вид. Кравченко Я. О., 2021. 111 с.
4. Островерхов М.Я., Пижов В.М. Моделювання електромеханічних систем в Simulink: Навч. Посібник для студентів вищих навчальних закладів. — К.: ВД «Стилос», 2008. 528 с.
5. NI Multisim™ User Manual. URL : https://engineering.unt.edu/ee/files/NI_Multisim.pdf.

ХАРАКТЕР І СТРЕСОСТІЙКІСТЬ У КОНТЕКСТІ ГЕНДЕРНИХ ВІДМІННОСТЕЙ СЕРЕД ФАХІВЦІВ МОРСЬКИХ ПРОФЕСІЙ

Янченко-Герман Р. Ф.

ВСП «Морський коледж Херсонської державної морської академії»

Науковий керівник: Сфремова Г.Ю.

Вступ. Сучасне життя морського судноплавства переживає великі зміни останнім часом, які пов'язані з активною інтеграцією жінок у судноплавство, яке традиційно вважалося «чоловічою» роботою. Морський екіпаж котрий завжди асоціювався із достатньо високим рівнем дисципліни, суворими умовами і також з важким психологічним навантаженням в порівнянні з іншими професіями. Тому я вважаю доречною темою вивчення ролі жінки в екіпажі, її стресостійкості, типів темпераменту та особливостей працездатності в таких нетипових умовах, ця тема є актуальною як для суспільства так і для судноплавного життя. Тож в цій доповіді я розкриваю питання важливості розуміння, чому жінки частіше страждають від вигорання, як саме біологічні/соціальні чинники впливають на роботу та взаємодію з екіпажем, і які є шляхи підвищення ефективності.

Біологічна природа людини в першу чергу впливає на стресостійкість. Досліди вчених із Університету Буффало [1] довели, що жінки демонструють кращу стійкість до стресу у різних життєвих ситуаціях завдяки гормону естрогену. Цей гормон блокує негативний вплив стресу на мозок, що надає змогу набагато довше зберігати когнітивні функції. У дослідях на щурах, самці швидше втрачали пам'ять в умовах стресу, в той час коли самки набагато довше залишалися психічно стабільними до цих же умов. Такий один з багатьох дослідів пояснює, чому жінки в екіпажі здатні довше витримувати психічне навантаження ніж чоловіки. Але разом з цим фактором, у чоловіків вища саме фізична витривалість та рівень тестостерону, що їм допомагає швидше приймати рішення у критичних рішеннях у критичних ситуаціях. Тож така біологічна різниця створює так званий «баланс» у змішаному екіпажі тобто: жінки краще справляються з тривалим психологічним тиском, а чоловіки в свою чергу -із силовими та аварійними ситуаціями.

Основна частина. Починаючи розкривати під тему соціальної нерівності, треба зауважити, що найпопулярнішою причиною вигорання у жінок є соціальна нерівність та подвійне навантаження. А пандемія в свій час посилила ситуацію: жінки змушені були брати на себе ще більше домашніх обов'язків, які в цьому поєднанні з професійною діяльністю призводило до того що хронічної втоми, тривожності і депресії. Статистика підсумовує, що[2]: 74% жінок у США отримують сильний стрес через роботу, в той час як у чоловіків 61%. Це показує та доводить, що у соціальному розумінні жінка це тільки «берегиня вогнища» і цей стереотип ще накладає додатковий тягар, що безпосередньо впливає на працездатність та мотивацію працювати у змішаних екіпажах.

По дослідженням К.Юнг [3] виділяється 8 психотипів людини, які поєднують у собі екстраверсію й інтроверсію, почуття та відчуття, інтуїцію та мислення. Основуючись на даних дослідів К. Юнг у морських екіпажах жінки як виявляють так і беруть на себе інтуїтивно-чуттєві та екстравертні риси. Якщо підсумувати ці висновки, та скласти це все у більш простіші слова то, жінки краще налагоджують комунікацію, схильні до співпереживання, уважні до деталей та здатні швидко та дуже чітко помічати зміни емоційних хвиль у колективі. У свою чергу, чоловіки ж частіше демонструють навички раціонально-аналітичного профілю такі як: інтроверт-раціоналізм або екстраверт-раціоналізм. Що вказує на те що чоловіки схильні до логічного аналізу, стратегічного мислення. Підсумовуючи жінки це соціально-психологічний баланс у команді, тоді як чоловіки це структура та стабільність роботи екіпажа.

На сьогоднішній день доволі багато судноплавних компаній все більше інтегрують жінок у ряди екіпажу судна. Це стосується не лише питання гендерної рівності, але і прагнення підвищити ефективність роботи. Те що я зазначила раніше тобто які важливі навички

демонструють жінки: хороша здатність до багатозадачності, увага до дрібниць, відповідальність у дотриманні правил безпеки тощо. Але, труднощі як були так і на жаль залишаються. Дуже часто жінки стикаються із стереотипами на кшталт: жінки менш компетентні за чоловіків, жінки не здатні до лідерства і тому подібне. Це породжує недовіру або навіть негатив щодо жінки у екіпажі, але це може впливати на командний дух у негативну сторону. Однак є не мало успішних прикладів які доводять, що жінка-навігатор, інженер, офіцер і так далі не лише в змозі справитися зі своїми обов'язками, та й підвищити психологічний комфорт у екіпажі. Повертаючись до прикладів, практика показує і на далі, що жінки у рейсах краще витримують монотонну роботу та схильні більш краще зберігати концентрацію при психологічному тиску ізоляції. Також вони частіше ніж чоловіки зберігають рівновагу при довготривалих чергуваннях, коли чоловіки виснажуються психічно набагато швидше, але і мають «фізичну перевагу». Наприклад, під час тривалих переходів жінка покаже стабільність у веденні паперів, зв'язку та управлінні системами, а чоловік в той час має перевагу у виконанні складних технічних моментів або швидкого критичного мислення. Чоловіки та жінки доволі по-різному вирішують конфлікти, тобто, чоловіки, як правило, схильні до прямої конфронтації, жінки в той час віддають перевагу компромісам. Тому щоб зменшити напругу та попередити подальші конфлікти або ж складні ситуації пов'язані з технічною роботою та комунікативними навичками потребується змішаний персонал.

Висновки. Підсумовуючи, жінка в екіпажі-це не лише про вирішення питання рівності, але і про фактор підвищення ефективної роботи екіпажу у морі. Порівнюючи жінок з чоловіками, жінки частіше демонструють інтуїтивність, чутливість та багатозадачність, тоді як чоловіки-раціональність та фізичні навички. Тож такий змішаний екіпаж створює баланс, необхідний для морського колективу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Укрінформ. Вчені з'ясували причину хорошої стресостійкості жінок // Укрінформ. — 10.07.2013. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-society/1517939-vcheni_zyasuvali_prichinu_horoshoi_stresostiykosti_ginok_1843940.html
2. Кокс, Джозі. Чому жінки вигорають частіше за чоловіків // BBC News Україна. — 10 жовтня 2021. URL : <https://www.bbc.com/ukrainian/vert-cap-58848089>
3. Психологія чоловіків: як жінкам розуміти чоловіків; психологія жінок: як чоловікам розуміти жінок. McClee. URL : <https://mcclee.com/blog/obshchie/psihologiya-cholovikiv-yak-zhinkam-rozumiti-cholovikiv-psihologiya-zhinok-yak-zhinokam-rozumiti-zhinok>

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

- Андрєєв О. В., 138
Bass Illia, 30
Блажко Я. В., 142
Богданов Б. С., 146
Бугасенко В. І., 5
Васильєв М. М., 34, 37, 105
Величко Т. О., 151
Віниченко О. Г., 107
Гвоздік О. М., 40
Герасимов Н. Є., 154
Гордієнко Ю. В., 159
Гур'єв О. А., 9
Demianov Dmytro, 43
Діденко В. О., 165
Дудник В. Є., 215
Єрмаков Д. Д., 112
Журавель Н. І., 168
Задорожній В. К., 171, 175
Іванова В. О., 14
Ivashchenko Artem, 178
Іорданова В. В., 46
Калабін А. М., 48
Капуста О.В., 181
Кардівара Ю.С., 115
Катречко Д. В., 17
Ковальчук К. О., 50
Козирева К. В., 53
Комендантова Є. Г., 57
Корольков Д. І., 59
Kravchenko I. S., 62
Krokosenko Kyrylo, 65
Kulbashna A., 69
Левашова Д. Д., 118
Літніх М.С., 218
Логунов М. І., 185
Мазуренко В. В., 221
Maslyanenko Danylo, 121
Mykhaichenko V. I., 73
Михайліченко В. І., 224
Мішук Є. О., 187
Наум Д. В., 191
Обертинський П.В., 194
Орищак Д. В., 75
Осадчий А.С., 78
Осадчук І. Д., 80
Півненко Д. В., 22
Потапова А. В., 83
Rusevych Oleksandr, 87
Ryabukha Nikita, 200
Савельєва О. О., 25
Самойлик А. В., 89
Самойлов О.О., 229
Сорока Е. В., 91
Сотник А. С., 124
Степанов Р. О., 127
Степанян А. А., 203, 231
Сухачевський В. Ю., 130
Сущенко В. М., 207
Топалов О. І., 234
Ustenko A. О., 94
Хілінський Д. О., 211
Хінєва Г.І., 96
Чабанов А. О., 100
Shvetsova Olena, 135
Щербак В. В., 138
Шульга В. В., 159
Янченко-Герман Р. Ф., 239

ЗМІСТ

ВСТУПНЕ СЛОВО	3
ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ	
SEEMP: НОВІ МОЖЛИВОСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПАЛИВНИХ РЕСУРСІВ НА БАЛКЕРАХ <i>Бугаєнко В. І.</i>	5
АТОМНА ЕНЕРГІЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ВИД СУДНОВОГО ПАЛЬНОГО <i>Гур'єв О. А.</i>	9
ПРОБЛЕМИ ТА РИЗИКИ, З ЯКИМИ СТИКАЮТЬСЯ УЧАСНИКИ МОРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА У СФЕРІ СТРАХУВАННЯ <i>Іванова В. О.</i>	14
ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА БАЛКЕРАМИ ВІДПОВІДНО ДО GRAIN CODE <i>Катречко Д. В.</i>	17
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВОДНИМ ТРАНСПОРТОМ <i>Півненко Д. В.</i>	22
ПРОФОРМИ ЧАРТЕРІВ ЯК ДІЄВА АЛЬТЕРНАТИВА КОНВЕНЦІЙНОМУ РЕГУЛЮВАННЮ ІНСТИТУТУ ФРАХТУВАННЯ СУДЕН <i>Савельєва О. О.</i>	25
БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА	
EFFICIENCY OF THE PORT STATE CONTROL SYSTEM IN DETECTING SUBSTANDARD SHIPS <i>Bass Illia</i>	30
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНФІГУРАЦІЙ МЕРЕЖ ІНТЕГРОВАНИХ МІСТКІВ СУЧАСНИХ СУДЕН НА БЕЗПЕКУ СУДНОПЛАВСТВА <i>Васильєв М. М.</i>	34
РОЛЬ ВІДКРИТИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПІДВИЩЕННІ БЕЗПЕКИ СВІТОВОГО ТОРГОВЕЛЬНОГО ФЛОТУ <i>Васильєв М. М.</i>	37
ПРАВОВІ ТА СТРАХОВІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ <i>Гвоздік О. М.</i>	40
HUMAN FACTOR AND DOCUMENTATION IN PORT STATE CONTROL COMPLIANCE <i>Demianov Dmytro</i>	43

ЕВОЛЮЦІЯ МІЖНАРОДНОГО РЕГУЛЮВАННЯ У СФЕРІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ ВОДНИМ ТРАНСПОРТОМ <i>Йорданова В. В.</i>	46
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПІДГОТОВКИ МОРСЬКИХ ФАХІВЦІВ: ВПРОВАДЖЕННЯ VR-ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МОРЕПЛАВСТВА <i>Калабін А. М.</i>	48
ГЕОПОЛІТИЧНЕ ТА СТРАТЕГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ПРОТОК У МІЖНАРОДНОМУ МОРСЬКОМУ СУДНОПЛАВСТВІ <i>Ковальчук К. О.</i>	50
РОЛЬ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ ЯК ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ВІЙНИ <i>Козирева К. В.</i>	53
КОНЦЕСІЙНЕ УПРАВЛІННЯ МОРСЬКИМИ ПОРТАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МОРЕПЛАВСТВА В УКРАЇНІ <i>Комендантова Є. Г.</i>	57
АДАПТАЦІЯ НОВАЧКА В ЕКІПАЖІ: ПСИХОЛОГІЧНІ ТРУДНОЩІ ПЕРШИХ РЕЙСІВ <i>Корольков Д. І.</i>	59
CURRENT PROBLEMS AND SAFETY OF MARITIME TRANSPORT IN UKRAINE <i>Kravchenko I. S.</i>	62
THE ROLE OF THE PARIS AND TOKYO MEMORANDUM IN ENHANCING MARITIME SAFETY <i>Krokosenko Kyrylo</i>	65
DYNAMIC POSITIONING OF SHIPS AS A COMPONENT OF MARITIME SAFETY SYSTEMS <i>Kulbashna A.</i>	69
ELECTRICAL EQUIPMENT CONDITION MONITORING SYSTEM TO PREVENT ACCIDENTS ON BOARD A SHIP <i>Mykhaylichenko V. I.</i>	73
ПРАВОВИЙ СТАТУС АРХІПЕЛАЖНИХ ВОД У МІЖНАРОДНОМУ МОРСЬКОМУ ПРАВІ <i>Орищак Д. В.</i>	75
ПРОБЛЕМИ СУДНОПЛАВСТВА ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ <i>Осадчий А.С.</i>	78
ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА В УПРАВЛІННІ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ У МОРСЬКИХ ПОРТАХ УКРАЇНИ <i>Осадчук І. Д.</i>	80

СТАНОВЛЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ПРАВОВИХ СТАНДАРТІВ У ТОРГОВЕЛЬНОМУ СУДНОПЛАВСТВІ <i>Потапова А. В.</i>	83
THE THIRD MATE AS A KEY LINK IN THE SAFE OPERATION OF THE VESSEL <i>Rusevych Oleksandr</i>	87
НОРМАТИВНЕ ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ МОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УКРАЇНИ <i>Самойлик А. В.</i>	89
ПІДГОТОВКА ДО СПІВБЕСІДИ НА ПОСАДУ 3-ГО ПОМІЧНИКА КАПІТАНА <i>Сорока Е. В.</i>	91
MARITIME SAFETY: MAIN ASPECTS TO MINIMISE RISKS AT SEA <i>Ustenko A. O.</i>	94
СУЧАСНА ДЕРЖАВНА ПОЛІТИКА УКРАЇНИ У СФЕРІ РОЗВИТКУ ТА РЕГУЛЮВАННЯ МОРЕГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ <i>Хінєва Г.І.</i>	96
МОВЧАННЯ, ПАУЗИ ТА ТИША У МІЖКУЛЬТУРНІЙ КОМУНІКАЦІЇ МОРСЬКИХ ФАХІВЦІВ <i>Чабанов А. О.</i>	100
 <i>ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДЕН</i>	
ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЮ ШКІДЛИВИМИ РЕЧОВИНАМИ, ЩО ПЕРЕВОЗЯТЬСЯ НАЛИВОМ <i>Васильєв М. М.</i>	105
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ВИДІВ СУДНОВОГО ПАЛЬНОГО <i>Віниченко О. Г.</i>	107
ЗАПОБІГАННЯ ВИКИДАМ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ПРИ ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЯХ В ПОРТУ ТА З СУДЕН У ВІДКРИТОМУ МОРІ <i>Єрмаков Д. Д.</i>	112
ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ ПЛАНЕТИ ВІД ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ ВИПУСКНИХ ГАЗІВ З СУЧАСНИХ СУДЕН ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ <i>Кардівара Ю.С.</i>	115
ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МОРСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <i>Левашова Д. Д.</i>	118
ADVANCED TECHNOLOGY TO REDUCE SHIPPING EMISSIONS AND ENVIRONMENTAL IMPACT	121

Maslyanenko Danylo ВПЛИВ КРУЇЗНИХ ЛАЙНЕРІВ НА ЕКОЛОГІЮ ТА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ <i>Сотник А. С.</i>	124
МІЖНАРОДНО-ПРАВОВИЙ СТАТУС АРКТИКИ: СУЧАСНИЙ ВИМІР <i>Степанов Р. О.</i>	127
СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ <i>Сухачевський В. Ю.</i>	130
GREEN PORTS: MODERN APPROACHES TO THE ENVIRONMENTAL MODERNIZATION OF PORT ACTIVITIES <i>Shvetsova Olena</i>	135
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ СУДНОВИХ БАЛАСТНИХ ВОД <i>Щербак В.В., Андрєєв О. В.</i>	138
 СУДНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ, ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ	
BALLAST CONTROL SYSTEM ТА ЇЇ РОЛЬ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ БАЛАСТУВАННЯ ТА МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ <i>Блажко Я. В.</i>	142
ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СУДНОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ СУДНА «BALTIKA» <i>Богданов Б. С.</i>	146
УДОСКОНАЛЕННЯ КРЕЙЦКОПФНОГО МЕХАНІЗМУ СУДНОВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА <i>Величко Т. О.</i>	151
ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ТРАНСПОРТІ <i>Герасимов Н. Є.</i>	154
РЕСУРСИ БІОПАЛИВА УКРАЇНИ ТА МОЖЛИВОСТІ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В СУДНОВІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ <i>Гордієнко Ю. В., Шульга В. В.</i>	159
РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ОЧИЩЕННЯ ПАЛИВА В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB <i>Діденко В. О.</i>	165
АНТИКОРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ МОРСЬКИХ СУДЕН: СВІТОВИЙ НАУКОВИЙ ДОСВІД <i>Журавель Н. І.</i>	168
СУЧАСНІ СЕПАРАТОРИ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК <i>Задорожній В. К.</i>	171

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ У ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ СУДЕН ДВИГУНІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА АМІАКУ ТА ВОДНІ <i>Задорожній В. К.</i>	175
FOREST ALGORITHMS FOR MARINE DIESEL POWER PROPULSION CONTROL OPTIMISATION <i>Ivashchenko Artem</i>	178
СУЧАСНІ СУДНОВІ ВІТРИЛЬНІ СИСТЕМИ, ЇХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ВИБІР КРАЩИХ ВАРІАНТІВ <i>Капуста О.В.</i>	181
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ВАЛОГЕНЕРАТОРІВ <i>Логунів М. І.</i>	185
ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ВПРИСКУВАННЯМ ПАЛИВА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ ГОЛОВНОГО ДВИГУНА СУДНА <i>Мішук Є. О.</i>	187
MODERNIZING MARINE ENERGY: ANALYZING RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES ON LNG CARRIERS AND AUTOMATION IN SHIP ELECTRIC POWER PLANTS <i>Наум Д. В.</i>	191
МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АМІАКУ (NH₃) ТА СУМІШЕЙ В ЯКОСТІ ПАЛИВА ДЛЯ СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ <i>Обертинський П.В.</i>	194
NEW FUELS, NEW CHALLENGES: IMPACT ON SHIP MACHINERY <i>Ryabukha Nikita</i>	200
УДОСКОНАЛЕННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЯ <i>Степанян А. А.</i>	203
НОВІТНІ СТАТИЧНІ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ <i>Сущенко В. М.</i>	207
ПОЛІМЕРНІ ІЗОЛЯТОРИ ДЛЯ СУДНОВИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ СИСТЕМ <i>Хілінський Д. О.</i>	211

**КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД У ПІДГОТОВЦІ
ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ**

РОЛЬ «SOFT SKILLS» У МОРСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ	215
--	-----

Дудник В. Є.

**КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД У ПСИХОЛОГІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ
ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ** 218

Літвіч М. С.

**АНАЛІЗ СТАНУ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА ПІДГОТОВКИ
ФАХІВЦІВ В УКРАЇНІ** 221

Мазуренко В. В.

ВІРТУАЛЬНІ ЛАБОРАТОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КІЛ 224

Михайліченко В. І.

**ЕМОЦІЙНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК КОМПАС ПРОФЕСІЙНОГО ЗРОСТАННЯ
МАЙБУТНЬОГО МОРЯКА** 229

Самойлов О.О.

**ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ІНШОМОВНИХ СЛІВ У МОРСЬКІ
ПРОФЕСІОНАЛІЗМИ** 231

Степанян А. А.

**МОДЕЛЮВАННЯ СУДНОВИХ СИСТЕМ ПРОГРАМНИМИ
ПРОДУКТАМИ MATLAB, SIMULINK, MULTISIM MATLAB, SIMULINK,
MULTISIM** 234

Топалов О. І.

**ХАРАКТЕР І СТРЕСОСТІЙКІСТЬ У КОНТЕКСТІ ГЕНДЕРНИХ
ВІДМІННОСТЕЙ СЕРЕД ФАХІВЦІВ МОРСЬКИХ ПРОФЕСІЙ** 239

Янченко-Герман Р. Ф.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК 241

Херсонська державна морська академія

**МАТЕРІАЛИ XV ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА БЕЗПЕКА
МОРЕПЛАВСТВА»**

Відповідальний за випуск *Кириченко К.В.*
Комп'ютерна верстка *Радул Т.О.*

Підписано до друку 18.11.2025 р. Формат 84×108/32.
Папір офсетний. Друк цифровий.
Ум. друк. арк. 15,5. Наклад 100 прим.

Видавець і виготовлювач ХДМА
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 4319 від 10.05.2012
73000, м. Херсон, просп. Ушакова, 20