

**Матеріали IV науково-технічної конференції молодих вчених**  
**Materials of the IV Scientific and Technical Conference of Young Scientists**

---

**ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА  
ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ**

**IaTMBBT-2024**

**INNOVATIONS AND TECHNOLOGIES IN MARITIME AND  
INLAND WATER TRANSPORT**

**IandTMIWT-2024**

Збірка матеріалів конференції

**19-20 листопада**  
**2024 року**  
**НУ ОМА, Одеса, Україна**

**November 19-20**  
**2024**  
**NU OMA, Odessa, Ukraine**



Матеріали IV науково-технічної конференції молодих вчених «Інновації та технології на морському та внутрішньому водному транспорті» 19.11.2024-20.11.2024. – Одеса: НУ ОМА, 2024. – 64 с.

Автори статей несуть персональну відповідальність за зміст та відсутність граматичних, синтаксичних та стилістичних помилок наданих матеріалів.

Усі статті перевіряються на оригінальність (плагіат) у відповідності до чинного положення щодо академічної доброчесності «Положення про систему запобігання та виявлення академічного плагіату у наукових працівників та здобувачів вищої освіти НУ ОМА» №2-03-3 та РАМКОВОГО КОДЕКСУ академічної доброчесності № 2-03-93 Національного університета «Одеська морська академія».

## ПЕРЕДМОВА

### Шановні молоді вчені!

Вітаємо вас з випуском четвертого збірника тез доповідей науково-технічної конференції молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ» (ІтаТМВВТ-2024).

Основним завданням конференції є розвиток наукової та творчої активності студентів, аспірантів та молодих вчених, залучення їх до вирішення актуальних науково-технічних задач у транспортній галузі, обговорення широкого кола нових наукових і практичних результатів застосування сучасних інновацій та технологій на морському та внутрішньому водному транспорті, вирішення завдань сучасної науки, формування єдиного науково-освітнього простору, встановлення наукових зв'язків між молодими вченими.

До матеріалів конференції вошли праці молодих науковців по актуальним напрямкам наукових досліджень у транспортній галузі:

- Секція 1** Навігація, морська інженерія та безпека судноплавства
- Секція 2** Управління судновими технічними системами і комплексами
- Секція 3** Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики
- Секція 4** Автоматизоване управління технологічними процесами
- Секція 5** Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси
- Секція 6** Менеджмент в галузі морського та річкового транспорту
- Секція 7** Морське право
- Секція 8** Освіта та наука у підготовці воєнних моряків.

Дана збірка матеріалів конференції стане корисною для її учасників а саме: при вступі до магістратури, при вступі до аспірантури, при захисті випускної кваліфікаційної роботи, при участі у стипендіальних та грантових програмах, тому запрошуємо усіх до участі у наступних конференціях **ІтаТМВВТ**.

Організатори висловлюють свою щиру подяку авторам доповідей та бажають всім надихнення, нових наукових ідей, відкриттів та плідної роботи для досягнення поставлених цілей та задач.

*З повагою, Оргкомітет конференції ІтаТМВВТ-2024*



## З М І С Т

<i>Чуйко Я.І., керівник Шевченко В.А.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ САМОДІАГНОСТИКИ МОРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ	5
<i>Кольцов Г.С., керівник Гвоздева І.М.</i> ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ СИСТЕМІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ СУДНОВИМ КОМПРЕСОРОМ ПУСКОВОГО ПОВІТРЯ	6
<i>Міклухо О.В., керівник Мезіна Л.В.</i> ЗМІНА СТРУКТУРИ ЕКСПОРТУ УКРАЇНСЬКОГО ЗЕРНА В УМОВАХ ВІЙНИ: ВПЛИВ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	8
<i>Головацький К.Ю., керівник Гвоздева І.М.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ В СУДНОВИХ СИСТЕМАХ ІНЕРТНИХ ГАЗІВ	9
<i>Загорняк А.О., керівник Іванова А.В.</i> РОЛЬ МІЖНАРОДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ У РЕГУЛЮВАННІ ПРАЦІ МОРЯКІВ	12
<i>Чорний О.О., керівник Іванова А.В.</i> ПРАВОВІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ МОРСЬКИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
<i>Дмухайлов Д.Д., керівник Будашко В.В.</i> АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ПОРУШЕНЬ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА СУДАХ	18
<i>Пасічник О.О., керівники Будашко В.В., Шевченко В.А.</i> МЕТОДОЛОГІЯ ЛІНІЙНО-КВАДРАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОПУЛЬСИВНИМИ КОМПЛЕКСАМИ З ЄДИНИМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ	22
<i>Станева Я. М., керівник Сотниченко Л.Л.</i> ТЕХНОЛОГІЯ «РОЗУМНИЙ ПОРТ» ЯК ІНСТРУМЕНТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МОРСЬКОЇ ПОРТОВОЇ ГАЛУЗІ	28
<i>Табенський С.В., керівник Сотниченко Л.Л.</i> ОСНОВНІ СКЛАДОВІ СВІТОВОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	31
<i>Барінов Д.А., керівник Сотниченко Л.Л.</i> ФАКТОРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У СФЕРІ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ	34
<i>Борса Є. В., керівник Будашко В.В.</i> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВПЛИВУ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНУ СИСТЕМУ ПІД ЧАС КОЛИВАНЬ НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВКЛЮЧЕНЬ ЕЛЕКТРОРУШІВ	36



<i>Грибач В. В., керівник Будашко В.В.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ АВТОНОМНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТУ	37
<i>Дмухайлов Д.Д., керівник Рябцов О.В.</i> СТВОРЕННЯ МАКЕТУ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО КОМУТАТОРА ОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ СУДНОВИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ	38
<i>Пашенко О.Л.</i> СУПУТНИКОВА СИСТЕМА BeiDou ТА ЇЇ РОЛЬ У ГЛОБАЛЬНІЙ МОРСЬКІЙ СИСТЕМІ ЗВ'ЯЗКУ У РАЗІ ЛИХА	42
<i>Гунія М.О.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ПАРИ В КОТЛОАГРЕГАТІ LOGANO	44
<i>Макаренко Ю.Ю., керівник Михайлов С.А.</i> НАСЛІДКИ ЗАГРОЗ У СУДНОВОМУ КІБЕРПРОСТОРИ	47
<i>Ципа А. В., керівник Михайлов С.А.</i> СТРУКТУРА СУДНОВОГО КІБЕРСЕРЕДОВИЩА	48
<i>Макаренко Ю.Ю., Полюшин Я.О., керівник Михайлов С.А.</i> МОЖЛИВІ ВИДИ КІБЕРАТАК У СУДНОВОМУ ІТ-СЕРЕДОВИЩІ	50
<i>Герман О.О., керівники Глазева О.В., Власов В.Б.</i> ОСОБЛИВОСТІ УСТРОЮ ТРИФАЗНИХ МЕРЕЖ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ КЛАСИФІКАЦІЙНОГО ТОВАРИСТВА ABS	52
<i>Канєвський С. О., керівники Дубовик В.О., Самонов С.Ф.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТОЧНИХ АКУМУЛЯТОРІВ В ЯКОСТІ ДОПОМІЖНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА СУДНАХ	58



УДК 629.123

## ПЕРСПЕКТИВИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ САМОДІАГНОСТИКИ МОРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ

Чуйко Я.І.

Національний університет «Одеська морська академія»

**Актуальність дослідження.** Самодіагностика суднового обладнання відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки та ефективності морського транспорту. Оскільки судноплавство є високоризиковою галуззю, де навіть незначні несправності можуть призвести до серйозних наслідків, система самодіагностики дозволяє значно знизити ймовірність аварій та поломок. Чим краще розвинена така система, тим імовірніше виявляти проблеми на ранніх етапах, що дозволяє своєчасно провести технічне обслуговування та знизити експлуатаційні витрати.

**Мета роботи** полягає у дослідженні та обґрунтуванні перспектив розвитку систем самодіагностики морського обладнання з урахуванням впровадження новітніх інтернет-технологій та штучного інтелекту.

**Основний матеріал.** На сучасному етапі системи самодіагностики суднового обладнання реалізуються здебільшого через локальні системи моніторингу, встановлені безпосередньо на борту суден. Однак такі системи працюють в ізольованому режимі, що вимагає значної участі екіпажу для аналізу отриманих даних. Основною проблемою залишається не стільки збір інформації, скільки її якісна обробка для своєчасного виявлення потенційних несправностей. У результаті функціонал таких систем залишається обмеженим, що ускладнює їхній подальший розвиток.

Завдяки розвитку супутникових систем передачі даних, таких, як Starlink та OneWeb, які пропонують більш надійний зв'язок і високу швидкість передачі даних, відкриваються нові можливості для реалізації глобальних систем самодіагностики. У таких системах передбачається збір даних не в межах одного судна, а на десятках чи навіть сотнях суден з передачею їх до спеціалізованих центрів обробки та накопичення. Така інформація може включати: показники роботи електричних машин, дані з датчиків, температуру повітря в машинному відділенні та у навколишньому середовищі, вібраційні активності на судні, а також фіксацію дій з обладнанням, які виконувались екіпажем.

Зібрані дані можуть використовуватися не тільки для оперативного моніторингу, але й для глибокого аналізу виробниками обладнання. Крім того, значний обсяг даних дозволить застосовувати методи машинного навчання, що сприятиме виявленню прихованих трендів і закономірностей, які недоступні для традиційного людського аналізу. Це може суттєво підвищити точність прогнозування ймовірності поломок. Маючи в наявності суттєві результати такого машинного навчання, можна побудувати більш ефективні локальні системи самодіагностики, засновані на штучному інтелекті, які будуть здатні набагато точніше і швидше виявляти потенційні несправності. Це дозволить значно підвищити рівень безпеки і надійності суднового обладнання, знижуючи ймовірність аварійних ситуацій.

Одним із новітніх підходів у використанні діагностичних даних є створення цифрового двійника судна — віртуальної копії, яка функціонує на основі даних отриманих у реальному часі. У процесі експлуатації судна цифровий двійник порівнює реальні показники роботи з розрахунковими, проводить моделювання можливих сценаріїв, аналізує вплив змін. Цифровий двійник є не лише моделлю для моніторингу, але й потужним інструментом для прийняття оптимальних рішень. Завдяки цьому можна оптимізувати графік ремонту і заміни компонентів на основі актуальних даних, а також запобігати зайвим витратам через своєчасне виявлення несправностей. Також цифровий двійник може бути використаний для тестування різних сценаріїв без необхідності фактичного втручання в роботу судна. Наприклад, можна



модельовати різні аварійні ситуації або надзвичайні умови, щоб оцінити, як судно буде реагувати на ці зміни. Це дозволяє розробляти стратегії для швидкого реагування та забезпечення безпеки, як судна, так і екіпажу.

Інтеграція описаних технологій закладає основу для створення автономних суден, у яких забезпечення справності та надійності обладнання є одним із ключових елементів поряд із системами орієнтування та управління. Автономні судна, оснащені глобальними й локальними системами діагностики нового покоління, матимуть змогу функціонувати безперебійно, підвищуючи ефективність морського транспорту.

**Висновки.** Розвиток та подальше використання глобальних систем самодіагностики, вдосконалення локальних рішень із застосуванням штучного інтелекту та створення цифрових двійників формують нові горизонти для підвищення надійності, безпеки та технологічності морських перевезень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. The Power of Digital Twin Technology in Maritime Operations. Електронний ресурс: <https://maritimetrainer.com/blog/digital-twin-technology-maritime-trainer>
2. Mendonça L., Vieira S. M., Sousa J. M. C. "Intelligent Fault Diagnosis of Marine Equipment" 2024 [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/409467/MT24\\_INTELLIGENT\\_FAULT\\_DIAGNOSIS\\_OF\\_MARINE\\_EQUIPMENTS.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/409467/MT24_INTELLIGENT_FAULT_DIAGNOSIS_OF_MARINE_EQUIPMENTS.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
3. Михайленко В.С., Левінський М.В. Комп'ютерно-інтегровані системи управління організаційно-технологічними комплексами. Одеса: НУ «ОМА», 2024. – 162 с.
4. Електронний ресурс: <https://spire.com/maritime/maritime-artificial-intelligence-and-machine-learning/>
5. Singh, Rajesh. *Predictive Maintenance in Industry 4.0*. Wiley, 2020. – 380 p.

**Чуйко Ярослав Ігорович,**  
здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [yarslv.chuiko@gmail.com](mailto:yarslv.chuiko@gmail.com)

**Науковий керівник: Шевченко Валерій Анатолійович**  
д.т.н., професор кафедри електрообладнання і автоматики суден  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [vash4891@gmail.com](mailto:vash4891@gmail.com)

УДК 629.123

### ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ СИСТЕМІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ СУДНОВИМ КОМПРЕСОРОМ ПУСКОВОГО ПОВІТРЯ

**Кольцов Г. С.**

Національний університет «Одеська морська академія»

**Актуальність дослідження.** Компресори пускового повітря відіграють важливу роль у промисловості та на сучасних суднах, забезпечуючи стабільну роботу технічних систем. Правильне функціонування компресорів є критичним для безперебійного виробничого процесу. Тому створення інтелектуальних систем управління дозволяє забезпечити обслуговування компресорів пускового повітря і підвищити їх ефективність та надійність.





**Мета роботи** полягає у створенні алгоритмів інтелектуального управління процесами у суднових компресорах пускового повітря, які забезпечуватиме ефективний моніторинг, контроль та діагностику обладнання, покращуючи його функціонування в різних режимах.

**Основний матеріал.** Існують системи діагностики на основі віброакустичного аналізу несправності підшипників, роторів та інших рухомих частин. Також розроблені системи контролю тиску повітря і температури у кисневому балоні. Автоматичне управління процесами у суднових компресорах пускового повітря головних двигунів здійснюється на основі застосування програмованих логічних контролерів (PLC).

Для розробки алгоритмів управління планується використання методів нечіткої логіки [1], які дозволяють враховувати різні ситуації, що можуть виникнути під час експлуатації компресора. Нечітка логіка забезпечує гнучкість у прийнятті рішень на основі вимірювання різних діагностичних параметрів (тиску, температури, часу роботи).

В роботі пропонується створення бази знань із правилами, які допомагають визначити потребу в обслуговуванні компресора залежно від різних режимів експлуатації. Прогнозується, що використання SCADA-системи з нечіткою логікою дозволить зменшити час реакції на позаштатні ситуації до 90%, зменшити збитки на 50% та знизити знос обладнання на 15% [2].

Архітектура програмного забезпечення буде побудована на таких елементах, як керуючий модуль (Control Module), модуль моніторингу (Monitoring Module), системи сигналізації та захисту (Alarm and Safety System), комунікаційного модулю (Communication Module), модулю збору даних (Data Acquisition Module) та діагностуючого модулю (Diagnostics Module). Ця архітектура забезпечуватиме адаптивне управління компресором за допомогою SCADA-системи, яка дозволяє оператору отримувати рекомендації щодо налаштування робочих характеристик компресора пускового повітря [3].

Розроблена система діагностики та управління судновим компресором буде видавати оператору рекомендації, який дозволить збільшити час між ремонтними роботами компресора.

**Висновки.** Використання алгоритмів нечіткої логіки в системах керування дозволить забезпечити надійне функціонування компресора пускового повітря головного двигуна в різних режимах роботи та підвищити ефективність його роботи. Подальше впровадження таких систем дозволить поліпшити технічне обслуговування компресорів на суднах різних типів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Електронний ресурс:

[https://elearning.sumdu.edu.ua/free\\_content/lectured:5de5178bb62ca7a97fe35c8a8b92d1b337ee8101/latest/8080/index.html](https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:5de5178bb62ca7a97fe35c8a8b92d1b337ee8101/latest/8080/index.html).

2. Мікропроцесорна техніка: Навчальний посібник з дисципліни для всіх форм навчання та студентів іноземців напряму підготовки 6.050701 “Електротехніка та електротехнології”/Уклад. В.В.Кирик.-К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2014.- 183с.

<https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19120/1/%D0%9C%D0%9F%D0%A2%202-1-94.pdf>

3. Комп’ютерно – інтегровані системи управління організаційно-технологічними комплексами. [Текст]: навчальний посібник / В.С. Михайленко, М.В. Левінський – Одеса: НУ «ОМА», 2024. – 162 с.

**Кольцов Гліб Сергійович**

здобувач другого рівня вищої освіти,

Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;

e-mail: [glebkoltsov@gmail.com](mailto:glebkoltsov@gmail.com)

**Науковий керівник: Гвоздева Ірина Маратівна**

д.т.н., професор, завідувач кафедри електрообладнання і автоматики суден

Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса

e-mail: [onopchenko.im@gmail.com](mailto:onopchenko.im@gmail.com)

УДК 339.564.6:338.439(477)

## ЗМІНА СТРУКТУРИ ЕКСПОРТУ УКРАЇНСЬКОГО ЗЕРНА В УМОВАХ ВІЙНИ: ВПЛИВ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Міклухо О. В.

Національний університет «Одеська морська академія»

**Актуальність дослідження.** Україна традиційно є однією з провідних країн світу з виробництва та експорту зернових культур, таких як пшениця, кукурудза та ячмінь. Завдяки сприятливому клімату, родючим чорноземам і розвиненій аграрній інфраструктурі, країна займає важливе місце на світовому ринку продовольства. Однак останні роки стали серйозним викликом для українського аграрного сектора. Зокрема, військова агресія у 2022 році та зміни в геополітичній ситуації суттєво вплинули на обсяги експорту зерна, логістичні ланцюги та географічний розподіл ринків збуту. Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю аналізу змін у структурі експорту зернових культур, що відбулися внаслідок глобальних викликів.

**Матеріали та методи.** Для аналізу змін у структурі експорту українського зерна були використані статистичні дані щодо обсягів експорту зернових культур у 2021 та 2023 роках. Проведено порівняння основних країн-імпортерів до початку війни та після її початку. Основним методом дослідження виступив порівняльний аналіз експортних даних, взятих з офіційних статистичних звітів Міністерства аграрної політики та продовольства України.

На рисунку 1 показано зміни в обсягах експорту до різних країн у ці два періоди.

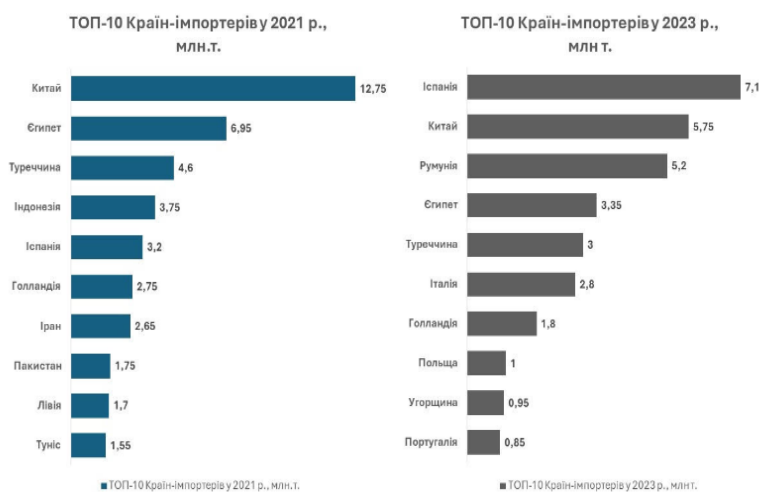


Рисунок 1 – Зміни у структурі експорту українського зерна країнами *Джерело: [1]*

**Отримані результати та їх обговорення.** Результати аналізу показали значні зміни у структурі експорту українського зерна. У 2021 році основними імпортерами були Китай, Єгипет та Туреччина. Китай займав перше місце з обсягом імпорту 12,75 млн тонн. Проте у 2023 році ситуація змінилася: Китай скоротив закупівлі на 55%, а Єгипет – на 50%. Основними причинами цього стали порушення логістичних ланцюгів, зростання конкуренції з боку інших експортерів та економічні труднощі в цих країнах.

Натомість європейські країни, такі як Іспанія та Румунія, значно збільшили свої закупівлі. Іспанія стала провідним імпортером українського зерна у 2023 році з обсягом 7,1 млн тонн, що свідчить про зростання попиту на українську продукцію на європейському





ринку. Румунія також збільшила імпорт, виступаючи транзитною країною для подальшого експорту до інших держав ЄС.

Загалом, обсяги експорту змістилися в бік європейських ринків через блокаду морських портів України. Важливу роль у забезпеченні експорту відіграли альтернативні маршрути, такі як зерновий коридор через дунайські порти та залізничні перевезення до Європи.

**Висновки** Війна в Україні значно вплинула на експорт зернових культур через порушення логістичних ланцюгів та блокаду портів, що призвело до зменшення обсягів експорту до традиційних ринків, таких як Китай та Єгипет. Європейські країни, зокрема Іспанія та Румунія, суттєво збільшили імпорт українського зерна, компенсуючи зменшення поставок на інші ринки та адаптуючись до нових умов. Альтернативні маршрути, такі як дунайські порти та залізничні перевезення через західні кордони, стали ключовими для збереження обсягів експорту. Перспективи відновлення експорту залежать від міжнародної підтримки, можливого відкриття заблокованих портів та розвитку нових логістичних рішень. Аналіз отриманих даних показує необхідність подальшої адаптації українського аграрного сектора до нових викликів світового ринку.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Тенденції чорноморського фрахту динаміка та прогнози: веб сайт. URL: <https://ua.sudohodstvo.org/tendencziyi-chornomorskogo-frahtu-dynamika-ta-prognozy/>
2. REVIEW OF MARITIME TRANSPORT 2023 (United Nations publication. Sales No. E.19.II.D.20, New York and Geneva). URL: [https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2022\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2022_en.pdf)
3. REVIEW OF MARITIME TRANSPORT 2023 (United Nations publication. Sales No. E.19.II.D.20, New York and Geneva). URL: <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2023>
4. Скільки зернових Україна експортувала під час повномасштабної війни: веб сайт. URL: [https://www.slovoidilo.ua/2024/10/18/infografika/ekonomika/skilky-zernovykh-ukrayina-eksportovala-povnomasshtabnoyi-vijny#google\\_vignette](https://www.slovoidilo.ua/2024/10/18/infografika/ekonomika/skilky-zernovykh-ukrayina-eksportovala-povnomasshtabnoyi-vijny#google_vignette)

*Міклухо Олександр Владиславович*  
здобувач другого рівня вищої освіти,  
національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
[tourist15ua@gmail.com](mailto:tourist15ua@gmail.com)

*Науковий керівник Мезіна Лілія Василівна*  
к.е.н., доцент кафедри ЕТ та ПМТ  
національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса;  
[lilimezina@gmail.com](mailto:lilimezina@gmail.com)

УДК 629.123

### ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ В СУДНОВИХ СИСТЕМАХ ІНЕРТНИХ ГАЗІВ

**Головацький К.Ю**

Національний університет «Одеська морська академія»

**Актуальність теми.** Технології штучного інтелекту (ШІ) та автоматизації поступово трансформують численні галузі промисловості, зокрема, суднобудування та морські перевезення. Використання ШІ для управління судновими системами інертних газів є



важливим кроком у забезпеченні безпеки суден та ефективності їхньої експлуатації. Інертні гази відіграють ключову роль у запобіганні виникненню вибухонебезпечних середовищ.

Ручне управління системами інертних газів вимагає високого рівня підготовки та значної уваги з боку операторів. В умовах обмеженого людського ресурсу автоматизація управління судновими системами інертних газів стає необхідною, також відкриваються можливості для впровадження інтелектуальних рішень на основі ШІ.

**Метою дослідження** є вдосконалення системи управління системою інертних газів танкеру шляхом розробки інтелектуальних алгоритмів управління.

**Основна частина.** Завдання дослідження включають:

- аналіз існуючих систем і виявлення їх недоліків;
- визначення технічних вимог для впровадження ШІ;
- розробку інтелектуальних алгоритмів для контролю та управління системою інертних газів;

- перевірку ефективності нової системи шляхом моделювання або тестування.

Об'єктом дослідження є процеси управління у системі інертних газів танкеру.

Предметом дослідження є методи та алгоритми управління, засновані на ШІ.

У роботі [1] наведений огляд суднових систем інертних газів та висвітлена їхня роль у безпеці суден. Суднові системи інертних газів забезпечують зниження рівня кисню у паливних танках, створюючи безпечне середовище, яке запобігає виникненню та поширенню пожеж і вибухів. Основною функцією таких систем є контроль за параметрами інертного газу — тиском, температурою та концентрацією кисню — для підтримання безпечних умов у танках. На суднах, що перевозять легкозаймісті рідини та гази, такі системи є критично важливими для безпеки екіпажу, вантажу і судна загалом.

Потенціал штучного інтелекту у керуванні системами інертних газів проаналізовано у роботі [2]. Штучний інтелект здатний полегшити і вдосконалити управління процесами у суднових системах інертних газів завдяки таким можливостям, як:

- Моніторинг у реальному часі. Технології ШІ дозволяють здійснювати безперервний контроль за параметрами інертного газу, а також автоматично виявляти аномалії та можливі відхилення поточних значень від безпечних рівнів. Це забезпечує більш високу точність контролю, порівняно з традиційними методами, і зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій.

- Діагностика та прогнозування збоїв. Завдяки аналізу великих масивів даних з історії роботи системи ШІ здатні прогнозувати можливі поломки або збої, знижуючи витрати на ремонт та обслуговування. Методи машинного навчання, зокрема, нейронні мережі та генетичні алгоритми, дозволяють виявляти закономірності, що передують аварійним ситуаціям.

- Прийняття рішень у реальному часі. Алгоритми ШІ, зокрема глибинне навчання та методи підкріплюючого навчання, можуть використовуватися для автоматичного прийняття рішень, що дозволяє оперативно реагувати на зміни параметрів інертного газу, обираючи оптимальні дії для забезпечення безпеки системи.

У роботі [3] приділена увага використанню штучного інтелекту в морських системах управління, а саме: розглянуті можливості ШІ у сфері автоматизованого управління, проведений аналіз успішних кейсів використання ШІ на морських суднах таких, як автоматизація обробки даних сенсорів, моніторинг роботи систем прогнозування несправностей.



Під час проведення дослідження планується розроблення інтелектуальних алгоритмів управління процесами у системі інертних газів для забезпечення ефективності та надійності її функціонування.

Переваги застосування ШІ у суднових системах інертних газів розглянуті у [4]. Інтеграція штучного інтелекту у системи інертних газів на судах забезпечує наступні переваги:

- Підвищення безпеки: автоматизований контроль знижує ризик людської помилки та дозволяє оперативно реагувати на небезпечні ситуації, що виникають через зміну параметрів інертного газу.

- Оптимізація процесів: завдяки прогнозуванню можливих збоїв і ефективному моніторингу, ШІ сприяє зменшенню витрат на обслуговування та дозволяє подовжити термін служби обладнання.

- Ефективне використання ресурсів: використання ШІ дозволяє скоротити кількість обслуговуючого персоналу, оптимізуючи завантаження екіпажу.

**Висновки.** Застосування засобів штучного інтелекту для управління процесами в суднових системах інертних газів відкриває нові можливості для забезпечення оптимізації процесів управління на судах. Штучний інтелект дозволяє забезпечувати моніторинг у реальному часі, прогнозувати можливі збої та приймати ефективні рішення, що підвищує надійність і безпеку функціонування систем. Хоча впровадження цих технологій пов'язане з певними викликами, переваги, які надає штучний інтелект, роблять його перспективним напрямком розвитку у галузі судноплавства.

## ЛІТЕРАТУРА

1. American Bureau of Shipping (ABS). (2020). *Guidelines on Use of Inert Gas Systems for Marine Vessels*. ABS Publications.
2. Koyama, J., Ishii, K., & Sugimura, T. (2019). "Prediction of Faults in Marine Inert Gas Systems Using Machine Learning Algorithms." *Ocean Engineering*, 182, 102-113.
3. Liu, Y., Li, D., & Zhang, H. (2020). "Application of Artificial Intelligence in Marine Safety: A Review." *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(10), 768.
4. DNV GL. (2021). *Maritime Forecast to 2050: Role of Digitalization in Safety and Efficiency*. DNV GL Publications.

**Головацький Костянтин Юрійович,**  
здобувач другого рівня вищої освіти.  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [kgolovatskiy@gmail.com](mailto:kgolovatskiy@gmail.com)

**Науковий керівник Гвоздева Ірина Маратівна,**  
д.т.н., завідувач кафедри електрообладнання і автоматики суден  
Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [onopchenko.im@gmail.com](mailto:onopchenko.im@gmail.com)



УДК: 331.91(043)

## РОЛЬ МІЖНАРОДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ У РЕГУЛЮВАННІ ПРАЦІ МОРЯКІВ

**Загорняк А.О.**

Національний університет «Одеська морська академія»

Міжнародне морське судноплавство є однією з найбільш глобалізованих галузей економіки, що вимагає ефективного міжнародного регулювання, особливо в сфері праці моряків. Ключову роль у цьому процесі відіграють такі міжнародні організації як Міжнародна організація праці (МОП), Міжнародна морська організація (International Maritime Organization - IMO), Міжнародна федерація працівників транспорту (International Transport Workers' Federation - ITF) та Міжнародна палата судноплавства (International Chamber of Shipping - ICS).

Моряки потребують спеціального статусу і захисту в таких питаннях, як умови праці моряків, їх соціальний захист, забезпечення безпечної праці на морському транспорті. Цими питаннями займаються чимало міжнародних організацій, серед яких ключова роль належить Міжнародній морській організації (ММО) та Міжнародній організації праці (МОП). Так, Генеральна конференція МОП 23 лютого 2006 року прийняла Конвенцію про працю в морському судноплавстві 2006 року (далі Конвенція МОП 2006 року). Вона є єдиним актом, який увібрав в себе всі норми існуючих міжнародних конвенцій і рекомендацій щодо праці у сфері морського судноплавства. Ці норми і принципи мають бути імплементовані у національне законодавство всіх держав, що створює необхідні умови для їх реалізації на практиці, виконання яких є умовою належного функціонування судноплавства в кожній країні і в цілому світі.

Актуальність дослідження зумовлена потребами нерозв'язання багатьох питань, що стосуються імплементатії норм міжнародного трудового права у національне право, що регулюють працю моряків. Зокрема, у роботі визначено внесок міжурядових організацій і регіональних економічних організацій, а також міжнародних неурядових організацій щодо міжнародно-правового регулювання праці моряків та імплементатії міжнародних стандартів у сфері праці моряків.

МОП яка заснована у 1919 році, є спеціалізованою установою ООН, яка займається встановленням міжнародних стандартів праці. Ключовим документом МОП у сфері регулювання праці моряків є Конвенція про працю у морському судноплавстві (MLC) 2006 року. Цей всеохоплюючий міжнародний акт встановлює мінімальні вимоги до умов праці для моряків, забезпечуючи їм гідні умови життя та роботи на борту суден [1].

У міжнародно-правовому розвитку та регламентації галузі соціально-трудового забезпечення прав моряків виявляється істотна роль проведення сесій Міжнародної конференції праці (МКП). Так, всі міжнародні акти (конвенції і рекомендації) спрямовані на врегулювання трудових і пов'язаних з ними відносин, що виникають у сфері торговельного мореплавства, розглядалися та приймалися на сесіях, що проводились МКП: друга (морська) – Генуя, 1920 рік; третя – Женева, 1921 рік; дев'ята (морська) – Женева, 1926 рік; двадцять перша і двадцять друга (морська) – Женева, 1936 рік; двадцять восьма (морська) – Сієтл, 1946 рік; тридцять друга – Женева, 1949 рік; сорок перша (морська) – Женева, 1958 рік; п'ятдесят п'ята (морська) – Женева, 1970 рік; шістдесят друга (морська) – Женева, 1976 рік; сімдесят четверта (морська) – Женева 1987 рік і вісімдесят четверта (морська) – Женева, 1996 рік; дев'яносто перша сесія – Женева 2003 рік; дев'яносто четверта (морська) – Женева, 2006 рік. Отже, спеціальні (морські) сесії скликалися не регулярно, в міру необхідності вирішення питань праці і соціального забезпечення моряків, (морські) сесії не мають порядкових номерів, їм присвоюється номер чергової сесії МКП.



Головним пріоритетом морської програми МОП є популяризація та впровадження розроблених стандартів. Для досягнення цієї мети МОП задіює весь спектр доступних їй інструментів впливу, а також активно займається виданням практичних кодексів, методичних рекомендацій та аналітичних звітів, які всебічно висвітлюють проблематику трудових відносин у морській галузі.

Важливу роль у цьому процесі відіграє Підкомітет з питань заробітної плати моряків, який функціонує в рамках Об'єднаної морської комісії. Цей орган регулярно проводить засідання з метою актуалізації рекомендованого мінімального розміру базової щомісячної оплати праці або заробітної плати для кваліфікованих моряків.

Висловимо думку, що питання про застосування конвенцій та рекомендацій у сфері праці мають дуже важливе значення з точки зору оцінки ефективності міжнародно-правового регулювання праці, так як по суті це питання про введення в дію міжнародних стандартів у сфері праці на території даної держави. Від рішення цього питання в цілому залежить їх вплив на національні норми. Формування системи міжнародних стандартів у сфері праці моряків, з урахуванням сучасних процесів, потреб моряків і можливостей держав, може бути засноване та побудоване тільки на базі принципу міжнародної співпраці. Реалізація якого вимагає чіткої взаємодії і узгодженості міжнародно-правових норм універсального характеру. При цьому, система двосторонніх угод доповнює, розвиває, конкретизує і підсилює угоди глобального характеру.

ІМО, як спеціалізована агенція ООН, відповідальна за безпеку та захист судноплавства. Основоположним документом ІМО у сфері регулювання праці моряків є Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти. ІМО також активно працює над вирішенням актуальних проблем у сфері праці моряків, включаючи запобігання випадкам залишення моряків, забезпечення справедливого поводження з моряками, протидію булінгу та домаганням у морському секторі.

Для оперативного реагування на кризові ситуації в ІМО функціонує спеціалізований підрозділ - Група з реагування на кризові ситуації моряків. Ця Група забезпечує координацію дій між різними зацікавленими сторонами для ефективного вирішення проблем, з якими стикаються моряки [2].

Організація також проводить системну роботу з визнання професійних досягнень та героїчних вчинків моряків. Щорічно присуджуються нагороди за виняткову хоробрість на морі, а відзначення Міжнародного дня моряка сприяє підвищенню суспільного визнання цієї професії.

ІТФ, заснована у 1896 році, є глобальною організацією, що представляє інтереси працівників транспорту, включаючи моряків. ІТФ представляє інтереси понад 600 000 моряків у всьому світі, активно борючись за їхні права та благополуччя. Особливо гостро постала проблема під час пандемії Covid-19, коли близько 200 000 моряків опинилися у пастці на борту суден. Незважаючи на ці складнощі, моряки продовжують забезпечувати 90% світової торгівлі, демонструючи свою незамінну роль у глобальній економіці. Організація також працює над підвищенням стандартів безпеки на судах та покращенням медичного забезпечення для моряків.

Особливу увагу хочемо звернути на спільні зусилля цих організацій у просуванні гендерної рівності в морському секторі. ІМО, наприклад, впроваджує програму «Жінки в





морській галузі» та прийняла резолюцію, яка закликає до подальших рішучих дій для просування гендерної рівності в усьому морському секторі [3].

В морському судноплаванні проблеми рівності не обмежуються лише питаннями забезпечення рівності між жінками і чоловіками, а охоплюють й ситуації які спрямовані на врегулювання трудових і пов'язаних з ними відносин, що виникають у сфері торговельного мореплавання, та пов'язані з дискримінацією. Незважаючи на досягнення світового співтовариства у сфері гендерної рівності, участь жінок у торговельному мореплаванні усе ще знаходиться на низькому рівні.

Всі моряки, а особливо моряки-жінки, потребують спеціального статусу і захисту в таких питаннях, як: умови праці та забезпечення безпечної праці, соціальний захист та оплату праці, репатріації та охорону здоров'я. Цими питаннями займаються чимало міжнародних організацій, серед яких ключова роль належить Міжнародній організації праці (МОП).

У 2019 році МОП відзначила свій сторічний ювілей. Це відбулося з врахуванням змін, «...коли світ трансформується під впливом технічних та технологічних інновацій, демократичних зрушень, глобальної зміни клімату. І всі згадані чинники впливають на природу та майбутнє праці, а також на характер та місце чоловіків і жінок на глобальних ринках праці» [4].

Отже, одним із основоположних міжнародних стандартів МОП являється гендерна рівність, яка обов'язково повинна забезпечуватися як, державою з одного боку, так і, з другого боку, соціальними партнерами – організаціями працівників та роботодавців. Такий підхід МОП у забезпеченні гендерної рівності є дуже важливим.

До конвенцій МОП, які закріплюють дотримання стандарту рівності жінок і чоловіків, спрямованих на врегулювання трудових правовідносин у будь-якій сфері праці, відносяться: Конвенція №100 про рівну винагороду за працю рівної цінності 1951 р., Конвенція № 156 про працівників із сімейними обов'язками 1981 р., Конвенція № 183 про охорону материнства 2000 р., Конвенція № 171 про нічну працю 1990 р., Конвенція № 189 про гідну працю домашніх працівників 2011 р.

Загалом, ставлення МОП до питання прав жінок, за минуле століття зазнавало трансформацій, підходи розвивалися у відповідності до суспільних запитів та глобального прогресу.

Одним з основоположних, сучасних міжнародних стандартів, що закріплює принцип гендерної рівності в сфері торговельного мореплавання являється Конвенція МОП 2006 р., що охоплює майже всі питання спрямовані на врегулювання трудових і пов'язаних з ними відносин, що виникають у сфері торговельного мореплавання, забезпечує як протидію дискримінації так і сприяння гендерної рівності у сфері праці моряків.

Роль міжнародних конвенцій, декларацій та резолюцій у забезпеченні дотримання принципу гендерної рівності в соціально-трудої сфері на морському транспорті є безперечною. Але, необхідно зазначити значну роль судової системи для забезпечення соціальної справедливості у сфері праці, а особливо праці моряків. Як зауважує Олена Уварова, судова система, як охоронець права, відіграє важливу роль в усуненні конкретних проявів несправедливості, які можуть бути викликані соціально-економічними, політичними, культурними чи іншими факторами.

Нещодавно ІМО та МОП посилили свої зусилля у боротьбі з насильством та домаганнями в морському секторі. У лютому 2024 року відбулося засідання Спільної тристоронньої робочої групи МОП/ІМО, на якому були розроблені рекомендації щодо



запобігання та боротьби з насильством і домаганнями, включаючи сексуальні домагання, булінг та сексуальні напади на борту суден [5].

Ключові рекомендації Спільної тристоронньої робочої групи МОП/ІМО включають:

1. Використання гармонізованої термінології в документах ІМО та МОП;
2. Внесення змін до Кодексу ПДНВ для включення обов'язкової підготовки моряків з питань запобігання та реагування на випадки насильства та домагань;
3. Впровадження заходів для адміністрацій та судноплавних компаній щодо включення відповідних політик до систем управління безпекою;
4. Розгляд можливості відкликання повноважень моряків, засуджених за сексуальне насильство;
5. Запуск спільної міжнародної кампанії з підвищення обізнаності;
6. Вдосконалення збору даних про випадки насильства та домагань у морському секторі.

Ці рекомендації будуть подані на розгляд Комітету з безпеки на морі ІМО та Адміністративної ради МОП для подальшого впровадження.

На доцільність імплементації Україною положень Конвенції МОП 2006 року впливають її ключові характеристики, до основних ознак яких віднесено: її форма; поєднання жорстких вимог щодо дотримання прав та гнучкий підхід до методів, які застосовуються; ефективне забезпечення виконання та дотримання, що полягає у стимулюванні регіональної співпраці; розбудова існуючих стандартів та підходів; заохочення проведення тристоронніх консультацій для національного впровадження; ненадання більш сприятливого режиму для суден країн, що її не ратифікували.

У процесі імплементації міжнародних стандартів праці для моряків, які працюють на суднах іноземних судовласників, велике значення має розробка нормативних актів, спрямованих на виконання вимог Конвенції МОП 2006 року. Відповідно, процес здійснення нормативного регулювання та систематизації існуючих нормативно-правових актів у сфері праці моряків у цілому, а також для моряків, що працюють на суднах іноземних судовласників, зумовлюється необхідністю усунення прогалів, колізій та суперечностей у діючих правових нормах (привести КТМ України у відповідність до стандартів Конвенції МОП 2006 року, схвалити окремі ліцензійні умови провадження господарської діяльності з посередництва у працевлаштуванні моряків на роботу за кордоном) та забезпечити верховенство закону у врегулюванні правовідносин, пов'язаних з працею моряків на суднах іноземних судовласників.

Підсумовуючи, можна сказати, що міжнародні організації відіграють ключову роль у встановленні стандартів праці моряків, забезпеченні їх дотримання та вирішенні актуальних проблем морської галузі. Їхня діяльність спрямована на створення справедливих, безпечних та гідних умов праці для всіх моряків, незалежно від їхньої статі чи походження. Останні ініціативи ІМО та МОП демонструють зростаюче усвідомлення важливості боротьби з насильством та домаганнями в морському секторі та прагнення до створення більш безпечного та інклюзивного робочого середовища на борту суден.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Maritime Labour Convention adopted by the International Labour Conference, Geneva, 23 February 2006.  
URL: [https://normlex.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:91:0::NO::P91\\_ILO\\_CODE:C186](https://normlex.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:91:0::NO::P91_ILO_CODE:C186)
2. Seafarer Crisis Action Team: case studies. International Maritime Organisation.  
URL: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/SCAT.aspx>
3. Women in Maritime. International Maritime Organisation.  
URL: <https://www.imo.org/en/ourwork/technicalcooperation/pages/womeninmaritime.aspx>
4. Preserving the legacy of the world maritime theme for 2019 and achieving a barrier-free working



environment for women in the maritime sector: Resolution A.1147(31), adopted by International Maritime Organisation. Decemder, 4, 2019.

URL:<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/TechnicalCooperation/Documents/A%2031%20Res.1147%20%20PRESERVING%20THE%20LEGACY%20OF%20THE%20WORLD%20MARITIME%20THEME%20FOR%202019%20BARRIER%20FREE.pdf>

5. Preventing and combatting violence and harassment in the maritime sector. International Maritime Organization.

URL:<https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/Tackling-violence-and-harassment-in-maritime.aspx>

*Загорняк Анастасія Олександрівна*  
здобувач другого рівня вищої освіти.  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [vandam554321@gmail.com](mailto:vandam554321@gmail.com)

*Науковий керівник Іванова Алла Володимирівна,*  
к.ю.н., доцент кафедри морського права  
Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [ivavod@ukr.net](mailto:ivavod@ukr.net)

УДК: 341.1.8

## ПРАВОВІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ МОРСЬКИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Чорний О.О.**

Національний університет «Одеська морська академія»

**Актуальність дослідження.** Океани, що покривають понад 70% поверхні нашої планети, залишаються однією з найменш вивчених сфер на Землі. Вони містять величезну кількість ресурсів, впливають на клімат, забезпечують продовольчу безпеку та є середовищем існування незліченної кількості видів. Морські наукові дослідження (МНД) спрямовані на розширення нашого розуміння цієї складної та динамічної системи. Крім того, захист морських екосистем потребує наукових даних для моніторингу стану морських ресурсів, що підкреслює важливість дотримання правових норм і стандартів. Це також важливо для забезпечення прозорості і підзвітності в проведенні досліджень, щоб уникнути негативних наслідків для навколишнього середовища та прав місцевих громад. Таким чином, вивчення правових основ МНД є актуальним для розуміння міжнародних зобов'язань держав, а також для розвитку нових механізмів управління і співпраці у сфері морських наукових досліджень.

**Матеріали та методи.** Основними джерелами під час написання роботи стали міжнародні договори та конвенції, зокрема Конвенція ООН з морського права (UNCLOS-82), Конвенція про охорону біологічного різноманіття, Конвенція з охорони мігруючих видів диких тварин, а також наукові статті та монографії, опубліковані в журналах з морського права, екології та охорони навколишнього середовища. При написанні роботи використовувався правовий аналіз для детального вивчення та тлумачення норм міжнародного права, а також їхнього впливу на проведення морських наукових досліджень. Компаративний аналіз дозволив порівняти різні норми міжнародних конвенцій, що регулюють



МНД. Використання зазначених матеріалів та методів дозволило створити всебічний аналіз конвенційно закріплених норм, що регулюють проведення морських наукових досліджень.

**Результати та обговорення.** Міжнародне право, зокрема Конвенція ООН з морського права 1982 року (UNCLOS-82), не містить чіткого визначення морських наукових досліджень, незважаючи на те, що у ній цей термін вживається часто. Це зумовлено складною дискусією під час укладання положень конвенції стосовно значення цього терміну, яка так і не мала успіху. У юридичній літературі панує таке загальне визначення морських наукових досліджень: «діяльність у відкритому океані чи прибережних водах, що має на меті збільшення наукових знань про морське довкілля та його біологічні процеси» [1, р. 256].

UNCLOS 82 є наріжним каменем міжнародного регулювання МНД, встановлюючи комплексну систему прав та обов'язків держав у різних морських зонах, загальні принципи для проведення таких досліджень, акцентуючи увагу на мирному характері досліджень, захисті морського середовища та повазі до прав інших держав. UNCLOS 82 встановлює комплексну систему регулювання МНД, визначаючи права та обов'язки держав у різних морських зонах. У виключній економічній зоні прибережні держави мають суверенні права на дослідження та експлуатацію ресурсів. Статті 56 та 246 вимагають отримання явної згоди прибережної держави для проведення МНД у виключній економічній зоні та на континентальному шельфі. На континентальному шельфі також діє юрисдикція прибережної держави щодо наукових досліджень. У відкритому морі UNCLOS-82 проголошує свободу проведення МНД для всіх держав. У Району держави можуть проводити дослідження, але мають інформувати Міжнародний орган з морського дна та оприлюднювати результати, втілюючи принцип спільної спадщини людства [2].

Крім UNCLOS-82, існують інші міжнародні угоди, які доповнюють ці положення. Наприклад, Конвенція про охорону біологічного різноманіття 1992 року зосереджується на збереженні морських екосистем і вимагає від держав-учасниць розробки стратегій для збереження біологічного різноманіття. Вона передбачає наукове співробітництво та фінансування досліджень [3]. Також важливою є Конвенція з охорони мігруючих видів диких тварин, прийнята у 1979 році, яка охоплює захист мігруючих морських видів, таких як кити та дельфіни [4]. Держави-учасниці повинні забезпечувати їх охорону через наукові дослідження та моніторинг популяцій. Конвенція з охорони морського середовища Північної Атлантики (OSPAR) була прийнята у 1992 році в Лісабоні встановлює, що МНД проведені в межах OSPAR, повинні відповідати стандартам охорони морського середовища, щоб уникнути негативного впливу на морську екосистему. OSPAR зобов'язує держави-учасниці здійснювати моніторинг та оцінку рівнів забруднення, що може впливати на дизайн і методику морських наукових досліджень [5].

Поряд з міжнародними угодами були укладені й численні Регіональні угоди, які забезпечують правову основу для координації морських наукових досліджень і охорони середовища в конкретних географічних зонах. Вони сприяють встановленню спільних стандартів, обміну даними та забезпеченню стійкого використання морських ресурсів, що є критично важливим для ефективного управління і захисту морських екосистем.

Для України важливим міжнародним актом є Конвенція про захист Чорного моря від забруднення, підписана у 1992 році [6]. Ця угода регулює охорону морського середовища в Чорному морі. Конвенція встановлює правила для проведення наукових досліджень в Чорному морі, включаючи вимоги до екологічного моніторингу, управління забрудненням та оцінки екологічного впливу.

Морські наукові дослідження повинні відповідати етичним та екологічним стандартам, що включає відповідальне використання ресурсів та мінімізацію впливу на екосистеми. Міжнародна наукова рада розробила принципи етичної поведінки: 1) повага до морських екосистем - мінімізація негативного впливу шляхом ретельного планування досліджень; 2) дотримання прав місцевих громад - консультації, врахування інтересів та справедливий



розподіл вигод. Ці принципи забезпечують етичну відповідальність досліджень, сприяючи стійкості морських екосистем та гармонійному співіснуванню з місцевими спільнотами.

**Висноки.** Можемо підсумувати, що правове регулювання МНД відіграє важливу роль у забезпеченні збалансованого розвитку наукових досліджень у різних морських просторах. Правові основи проведення морських наукових досліджень є складними і багатограними, включаючи не тільки міжнародні угоди, а й регіональні. Вони забезпечують регулювання та захист морського середовища під час проведення досліджень, сприяючи сталому розвитку і збереженню океанічних екосистем.

## ЛІТЕРАТУРА

1. J. Ashley Roach, Defining Scientific Research: Marine Data Collection in Law, Science & Ocean Management / ed. by Myron H. Nordquist, Leiden [etc.]: Nijhoff, 2007. P. 543
2. Конвенція ООН з морського права 1982 року, Монтего-Бей, 10 грудня 1982 року. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_057](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_057) (дата звернення:27.10.2024).
3. Конвенція про охорону біологічного різноманіття, Ріо-де-Жанейро, 05 червня 1992 року. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_030](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030) (дата звернення:27.10.2024).
4. Конвенція з охорони мігруючих видів диких тварин, Німеччина, 23 червня 1979 року. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_136](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_136) (дата звернення:27.10.2024).
5. Конвенція про збереження морських живих ресурсів Антарктики, Канберра, 20 травня 1980 року. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_045](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_045) (дата звернення:27.10.2024).
6. Конвенція про захист Чорного моря від забруднення, Бухарест, 21 квітня 1992 року. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_065](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_065) (дата звернення:27.10.2024).

*Чорний Олександр Олександрович*  
здобувач другого рівня вищої освіти.  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [sashachornyiodesa@gmail.com](mailto:sashachornyiodesa@gmail.com)

*Науковий керівник Іванова Алла Володимирівна,*  
к.ю.н., доцент кафедри морського права  
Національного університету «Одеська морська академія»  
e-mail: [ivavod@ukr.net](mailto:ivavod@ukr.net)

УДК 629.56.064.5+620.9+629.5

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ПОРУШЕНЬ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА СУДАХ

**Дмухайлов Д.Д.**

Національний університет «Одеська морська академія»

Сучасні великогабаритні комерційні судна обладнані автономними електроенергетичними системами (СЕЕС) великої потужності [1]. В наслідок впровадження в СЕЕС нових методів виробництва та розподілу електроенергії важливість якості електроенергії на судах зростає, що призвело до появи нових завдань для проектувальників, членів екіпажу та судових класифікаційних товариств [2]. Тому, питання, пов'язані із якістю

електроенергії та її впливу на безпеку судна, є актуальними та такими, що потребують додаткових досліджень [3].

Одним із яскравих прикладів наслідків використання технологій покращення якості електричної енергії стала подія на борту *RMS Queen Mary 2* у вересні 2010 року [4, 5], яка пов'язана з відмовою конденсатора у кормовому приміщенні фільтра гармонік. Ця аварія виявила серйозні проблеми якості електроенергії на судах та необхідність покращення правил та процедур судових класифікаційних товариств [6].

Дослідження, які проводяться, підтверджують, що якість електроенергії на судах є критичною для забезпечення надійності та безпеки СЕЕС [7-11]. Низька якість електроенергії може призвести до серйозних збоїв у роботі обладнання, включаючи перетворювачі частоти та електродвигуни, що, у свою чергу, може спричинити аварії та аварійні ситуації на судні. Крім того, сучасні судна стають дедалі більш залежними від складних електричних систем, що робить їх уразливими до порушень якості електроенергії [12, 13].

Основними причинами, які призводять до порушень якості електроенергії на судах, є:

– Використання частотно-регульованих приводів для живлення двигунів створює нелінійні навантаження, що генерують гармоніки, які спотворюють форми струму та напруги, що призводить до погіршення якості електроенергії. Такі гармоніки можуть викликати серйозні проблеми, зокрема підвищене тепловиділення в обмотках двигунів та трансформаторів, зниження ефективності роботи обладнання, підвищений знос і скорочення терміну служби електрообладнання [14-18]. Крім того, гармонічні викривлення можуть негативно впливати на роботу систем автоматики та навігаційного обладнання, що є критично важливим для безпеки судноплавства. Зниження якості електроенергії також може призводити до коливань напруги, що впливає на чутливі електронні прилади на борту суден, створюючи загрозу для їх коректної роботи. Усе це вимагає впровадження рішень, таких як активні фільтри потужності (SAPF), які здатні ефективно компенсувати гармоніки та забезпечувати стабільну і якісну електроенергію для судових систем [19];

– Помилки в проектуванні СЕЕС та неадекватний вибір компонентів можуть призвести до зниження якості електроенергії. Наприклад, недостатня кількість фільтрів гармонік може не справлятися з наявними спотвореннями. Також неправильний вибір потужності генераторів може призвести до нестабільності напруги та частоти, особливо при змінних навантаженнях. Важливим фактором є неузгодженість між джерелами живлення та споживачами, що може викликати перевантаження або неефективну роботу системи. Неправильне розташування та підключення кабельних трас, а також відсутність належної ізоляції можуть спричинити електромагнітні завади, що погіршують якість електроенергії. Крім того, зовнішні фактори, такі як погодні умови або коливання частоти мережі на березі при підключенні до берегового живлення, також можуть впливати на стабільність електропостачання на судні [20-22];

– Недостатній моніторинг та відсутність систем оцінки якості електроенергії можуть ускладнити виявлення та виправлення проблем. Крім того, вплив нестабільних навантажень, таких як великі електродвигуни або обладнання з перетворювачами частоти, може призводити до коливань напруги, гармонічних спотворень та інших порушень якості електроенергії. На судах ці порушення можуть стати критичними, оскільки стабільне енергопостачання є важливим для безпеки, ефективної роботи систем навігації, комунікацій та життєзабезпечення. Відсутність належної системи моніторингу якості електроенергії та своєчасного реагування на виявлені проблеми може призвести до збільшення витрат на ремонт обладнання та втрат енергоефективності, а також підвищити ризик відмов критичних систем судна [23, 24].

Запропоновані шляхи для покращення якості електроенергії.

Для вирішення проблем, пов'язаних з якістю електроенергії на судах, необхідно розробити низку рекомендацій:



–Створення універсальних стандартів якості електроенергії: необхідно розробити та впровадити стандарти, які враховують специфічні умови роботи суден та регулюють параметри якості електроенергії та їх допустимі межі.

–Встановлення систем моніторингу: використання сучасного обладнання для постійного контролю якості електроенергії допоможе оперативно виявляти та усувати проблеми.

–Використання сучасних фільтрів та пристроїв: досліджувати та впроваджувати нові технології, такі як активні фільтри та системи корекції потужності, які можуть більш ефективно зменшувати гармонійні спотворення.

–Розробка рекомендацій щодо проектування систем: включення заходів щодо пом'якшення гармонік на стадії проектування суднових енергетичних систем.

–Проведення регулярних перевірок: регулярні перевірки та тестування систем дозволять заздалегідь виявляти потенційні несправності та мінімізувати ризики.

–Навчання екіпажу: навчання членів екіпажу новим стандартам та технологіям допоможе підвищити кваліфікацію та готовність до управління складними системами.

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що якість електроенергії на сучасних комерційних судах є критично важливим фактором для забезпечення надійності та безпеки автономних електроенергетичних систем. Виявлені проблеми, такі як гармонічні спотворення, помилки в проектуванні та недостатній моніторинг, можуть призвести до серйозних збоїв у роботі обладнання і загрожувати безпеці судноплавства. Подія на борту RMS Queen Mary 2 яскраво ілюструє необхідність термінового вдосконалення існуючих стандартів і процедур.

Для підвищення якості електроенергії важливо впроваджувати нові технології, стандарти та системи моніторингу, а також забезпечити навчання екіпажу. Запропоновані рішення, такі як створення універсальних стандартів, впровадження активних фільтрів потужності та проведення регулярних перевірок, можуть значно покращити ситуацію. Тільки комплексний підхід до вирішення цих проблем дозволить зменшити ризики, пов'язані з електроенергією на судах, та забезпечити безпечну і ефективну експлуатацію морських суден у майбутньому.

Крім того, для досягнення стійкого розвитку морського транспорту необхідно активніше залучати наукове співтовариство до досліджень у цій галузі. Це дозволить розробити інноваційні рішення, спрямовані на підвищення енергоефективності та екологічності судноплавства, що є актуальними в умовах сучасних екологічних викликів. Впровадження цих заходів не тільки сприятиме підвищенню якості електроенергії, але й забезпечить безпечніші умови для всіх учасників морських перевезень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ma, S. Effects of adverse sea conditions on the dynamic performance of a cruise ship integrated power system / S. Ma, Y. Ding, G. Liu, C. Sui, L. Xiang // *Ocean Engineering*. – 2024. – V. 310, Part 1. – 118715. ISSN 0029-8018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.118715>.
2. Sandler, A., Budashko, V., Khniunin, S., Bogach, V. (2023). Improving the mathematical model of a fiber-optic inclinometer for vibration diagnostics of elements in the propulsion system with sliding bearings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Applied physics*, 5 (5(125)), 24-31. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289773>.
3. Budashko, V., Sandler, A., Khniunin, S., & Bogach, V. (2024). Design of the predictive management and control system for combined propulsion complex. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(2 (131)), 90–102. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313627>.
4. Frković, L. Shore-to-ship: Enabling the electrification sustainability of maritime transport with the nexus between berthed cruise ships and renewables in the isolated energy systems / L. Frković, B. Ćosić, A. Falkoni, T. Pukšec, N. Vladimir // *Ocean Engineering*. – V. 302. – 117537. ISSN 0029-8018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117537>.





5. Budashko, V. Solving a task of coordinated control over a ship automated electric power system under a changing load [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – V. 2. – № 2(110). – P. 54-70. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2021.229033](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229033).
6. Budashko, V. Diagnosis of the Technical Condition of High-tech Complexes by Probabilistic Methods [Text] / V. Budashko, A. Sandler, V. Shevchenko // International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation (TransNav). – 2022. – V. 16. – № 1. – P. 105-111. ISSN 2083-6473, ISSN 2083-6481 (electronic version). Doi: [10.12716/1001.16.01.11](https://doi.org/10.12716/1001.16.01.11).
7. Atiz, A. Integrating renewable energy technologies in green ships for mobile hydrogen, electricity, and freshwater generation // A. Atiz, M. Erden, H. Karakilcik, M. Karakilcik // International Journal of Hydrogen Energy. – 2024. – V. 89. – P. 1368-1382. ISSN 0360-3199. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.09.302>.
8. Rodrigues, T.A. Impact of electric propulsion on the electric power quality of vessels // T.A. Rodrigues, G.S. Neves, L.C.S. Gouveia, M.A. Abi-Ramia, M.Z. Fortes, S. Gomes // Electric Power Systems Research. – 2018. – V. 155. – P. 350-362. ISSN 0378-7796. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2017.11.006>.
9. Budashko, V. Thrusters physical model formalization with regard to situational and identification factors of motion modes [Text] / V. Budashko // 2020 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE), Istanbul, 12-13 June 2020, Turkey: IEEE. Pp. 1-6. Doi: [10.1109/ICECCE49384.2020.9179301](https://doi.org/10.1109/ICECCE49384.2020.9179301).
10. Budashko, V. The synthesis of control system to synchronize ship generator assemblies [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – V. 1. – № 2(109). – P. 45-63. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2021.225517](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225517).
11. Mindykowski, J. Problems of power quality in the wake of ship technology development / Janusz Mindykowski, Tomasz Tarasiuk // Ocean Engineering. – 2015. – V. 107. – P. 108-117. ISSN 0029-8018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.07.036>.
12. Liang, Q. A review of maritime equipment prognostics health management from a classification society perspective / Q. Liang, K. E. Knutsen, E. Vanem, V. Aesøy, H. Zhang // Ocean Engineering. – 2024. – V. 301. – P. 117619. ISSN 0029-8018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117619>.
13. Budashko, V. Thrusters physical model formalization with regard to situational and identification factors of motion modes [Text] / V. Budashko // International journal of energy and environment. – 2020. – V. 14. – P. 5-8, ISSN: 2308-1007. Doi: [10.46300/91012.2020.14.2](https://doi.org/10.46300/91012.2020.14.2).
14. Guerrero-Rodríguez, N.F. Modelling real non-linear loads for a Controller Hardware-in-the-Loop configuration to evaluate a Shunt Active Power Filter / N.F. Guerrero-Rodríguez, V. Nuñez-Ramírez, R. O. Batista-Jorge, R. Mercado-Ravelo, F.A. Ramírez-Rivera, J. A. Ferreira, E. Reyes-Archundia // Energy Reports. – 2024. – V. 12. – P. 1947-1976. ISSN 2352-4847. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.07.056>.
15. Budashko, V. Optimization of the control system for an electric power system operating on a constant power hyperbole [Text] / V. Budashko, A. Sandler, V. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – V. 1. – № 8(115). – P. 6-17. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2022.252172](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252172).
16. Budashko, V. V. Prospektive globale wissenschaftliche Trends: Modern technologies and concepts of researching for ship power plants of combined propulsion complexes: Monograph [Text] / V.V. Budashko // ScientificWorld-NetAkhatAV Lußstr 13, Karlsruhe, Germany in conjunction with Institute «SE&E», 2021. – Book 7. – Part 7. – 152 p. ISBN 978-3-949059-43-8 Doi: [10.30890/2709-2313.2021-07-07](https://doi.org/10.30890/2709-2313.2021-07-07).
17. Hänninen, Satu K. Development of vertical second harmonic wave loads of a large cruise ship in short and steep head waves / S. K. Hänninen, T. Mikkola, J. Matusiak // Ocean Engineering. – 2016. – V. 118. – P. 17-27. ISSN 0029-8018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2016.03.052>.
18. Shaik Abdul Gafoor, Om Prakash Mahela. Power quality assessment and event detection in hybrid power system / A. G. Shaik, O. P. Mahela // Electric Power Systems Research. – 2018. – V. 161 – P. 26-44. ISSN 0378-7796. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2018.03.026>.
19. Myrhorod, V. Multi-parameter Diagnostic Model of the Technical Conditions Changes of Ship Diesel Generator Sets [Text] / V. Myrhorod, I. Hvozdeva, V. Budashko // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, 21-25 Sept. 2020, Ukraine: IEEE. Pp. 1-5. Doi: [10.1109/PAEP49887.2020.9240905](https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240905).



20. Budashko, V. V. Ship's power plants of combined propulsion complexes: concepts, technologies, researching: Monograph / Budashko V. V.. – Odessa: NU “OMA”, 2020. – 136 p. ISBN 978-617-7857-01-2.

21. Будашко, В. В. Високовольтні технології в морській електроінженерії: монографія [Текст] / В. В. Будашко, О. М. Піпченко, В. В. Пономаренко, В. А. Шевченко // Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 398 с. ISBN 978-617-7857-02-9.

22. Sandler, A. Improving tools for diagnosing technical condition of ship electric power installations [Text] / A. Sandler, V. Budashko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – V. 5. – № 5(119). – P. 25-33. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2022.266267](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266267).

23. Budashko, V., Sandler, A., & Khniunin, S. (2023). Improving the method of linear-quadratic control over a physical model of vessel with azimuthal thrusters. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(2 (121), 49–71. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273934>.

24. V. Budashko, A. Sandler and O. Glazeva, "Improvement of the Predictive Control Method for the High-Level Controller," 2024 IEEE 17th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv, Ukraine, 2024, pp. 294-297, Doi: <https://doi.org/10.1109/TCSET64720.2024.10755561>.

*Дмухайлов Данійл Дмитрович,*  
здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [daniildmukhailov@gmail.com](mailto:daniildmukhailov@gmail.com)

*Науковий керівник Будашко Віталій Віталійович*  
д.т.н., професор, директор ННІ АтаЕМ  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [bvv@te.net.ua](mailto:bvv@te.net.ua)

УДК 629.56.064.5+620.9+629.5

## МЕТОДОЛОГІЯ ЛІНІЙНО-КВАДРАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОПУЛЬСИВНИМИ КОМПЛЕКСАМИ З ЄДИНИМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ

**Пасічник О.О.**

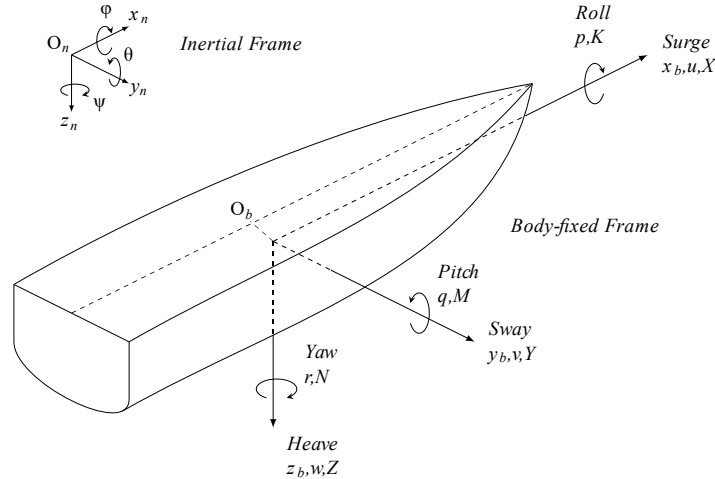
Національний університет «Одеська морська академія»

Азимутальні підрулюючі пристрої (АПП) – це зростаючий тренд на сучасному ринку транспортних засобів морського базування (ТЗМБ). АПП являє собою гребний гвинт, встановлений у гондолі під корпусом ТЗМБ. Ця гондола здатна обертатися навколо своєї осі, що дозволяє змінювати напрямок сили, що діє на ТЗМБ. У цій роботі досліджуються можливості удосконалення алгоритмів керування масштабними моделями ТЗМБ з використанням лінійно-квадратичного принципу керування та лінеаризованої гідродинамічної на прикладі моделі багатофункціонального пропульсивного комплексу [1-4] з двома АПП у кормовій частині. Контролер використовує оцінки лінійних швидкостей та кутових швидкостей, отримані із застосуванням системи глобального позиціонування (англ. – *Global Positioning System, GPS*) та інерційних вимірювальних пристроїв (англ. – *Inertial Measurement Units, IMU*) для керування ТЗМБ. Вхідними сигналами є швидкості обертання азимутальних гвинтів і кути упорів АПП по відношенню до діаметральної площини ТЗМБ.



Модель ТЗМБ нелінійна за трьома основними параметрами: доцентрова сила і сила Коріоліса, гідродинамічне демпфування і вхідні параметри АПП. Передбачається, що всі ці ефекти приблизно лінійні навколо робочих точок контролерів. Моделі сконструйовані так, щоб інтегруватися з двома різними контролерами, один з яких управляє обома АПП одночасно, а інший – з диференціальним управлінням. Для перевірки запропонованих контролерів, виконується моделювання, де порівнюються ступінчасті відгуки замкнутої системи на перевантаження та швидкість повороту. Перший для перевірки моделі, а другий для спостереження за тим, наскільки адекватно модель і контролери працюють разом [5-8]. Моделювання стрибків швидкості показало досить добру реакцію, але частота обертання гвинтів виявила більш значний вплив на систему, ніж орієнтація двигунів. При моделюванні швидкості нишпорення поведінка азимутального кута не відповідало круговим обмеженням, властивим пристрою, що обертається з відповідною частотою. Розрахункові кути досягли більших значень, ніж  $2\pi$ , що за тригонометричною функцією дає той самий результат, що й нульовий кут. Іншими словами, сили лінійно залежатимуть від азимутального кута [9-11]. Робиться висновок, що це є результатом лінеаризації виконавчих механізмів, і запропоноване рішення полягає в тому, щоб реалізувати посилення завдання для кращого пристосування до обертової поведінки АПП [12, 13]. Ще одна обставина, яка сприяє такому результату, – це розв'язка між кидками швидкості пересування, швидкістю розгойдування та швидкістю нишпорення, що прогнозується лінійним контролером. Це проблема, оскільки насправді вони матимуть певний вплив один на одного. Робиться висновок, що це результат використання надмірно спрощеної моделі або невдало обраної робочої точки доцентрової та коріолісової лінеаризації. Незважаючи на ці проблеми, моделювання показало потенціал моделі та контролера для використання у подібних ситуаціях. Також пропонується кілька модифікацій для значного покращення моделі та симуляцій. Однією з основних змін, яку можна було б зробити, є реалізація планування посилення при лінеаризації азимутального двигуна. Це призведе до того, що швидкість обертання гребних гвинтів надаватиме більший вплив на спрямовані сили, а поведінка ТЗМБ буде більш очікувана [14, 15].

Для визначення положення, орієнтації та швидкості руху ТЗМБ потрібні відповідні системи координат. Це рухома та нерухома системи координат, які визначені у рівняннях (1) та (2). Найбільш поширене уявлення для нерухомої системи координат базується на корпусній симетрії навколо  $X_bZ_b$ -площини, приблизної симетрії навколо  $Y_bZ_b$ -площини та проєкції на  $Z_b$ -вісь відносно поверхні води, як показано на Рис. 1. Рухома система координат використовується для опису положення та орієнтації судна в глобальних координатах та кутах Ейлера як  $[x \ y \ z]^T$ . нерухома системи координат описує сили, крутні моменти, лінійні швидкості та кутові швидкості  $[X \ Y \ Z]^T$ ,  $[K \ M \ N]^T$ ,  $[u \ v \ w]^T$ , а також  $[p \ q \ r]^T$  відповідно. Рух судна можна описати шістьма ступенями свободи, які поділяються на дві категорії: поступальний рух у трьох напрямках: поздовжнє переміщення (сплеск), поперечне переміщення (дрейф) і вертикальне переміщення (підйом), а також обертальний рух навколо трьох осей: бортова хитавиця (крен), кильова хитавиця (тангаж) та нишпорення. Це стандартні позначення, які використовується при моделюванні морських суден [16-20].



Рисуюнок 1 – Стандартні позначення опису руху судна у відповідності до (1) та (2).

Звичайне спрощення моделі полягає в тому, щоб знехтувати вертикальними рухами та поздовжньою хитавицею. Для отримання простої моделі кут крену також передбачається малим [21, 22]. Маючи це на увазі, вектор орієнтації положення і вектор лінійно-кутової швидкості можна визначити як

$$\eta \triangleq \begin{bmatrix} \phi \end{bmatrix}^T, \quad (1)$$

$$v \triangleq \begin{bmatrix} r \end{bmatrix}^T. \quad (2)$$

Лінеаризація загального випадку відбувається наступним чином. Оскільки є кілька робочих точок, які можуть бути вибрані при моделюванні, необхідний загальний випадок лінеаризації. Крім того, необхідні дві різні лінеаризації через два способи керування судном. Один з синхронним керуванням, тобто однакові входні сигнали для обох АПП, і один з диференціальним (асинхронним) управлінням, де АПП керуються незалежно [22, 23]. Починаючи з синхронного управління, ми використовуємо такі змінні

$$P_s = \begin{bmatrix} n_i \\ \alpha_i \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Потім (3) інтегрується до (4) з раніше згаданою змінною та узагальненою робочою точкою у вигляді  $a_s$

$$f(p) = \tau(p) = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{Na} n_i \cos(\alpha_i) \\ \sum_{i=1}^{Na} n_i \sin(\alpha_i) \\ \sum_{i=1}^{Na} n_i (\Delta_{x,i} \sin(\alpha_i) - \Delta_{y,i} \cos(\alpha_i)) \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$$J(p) = \sum_{i=1}^{Na} \begin{bmatrix} \cos(\alpha_i) & -n_i \sin(\alpha_i) \\ \sin(\alpha_i) & n_i \cos(\alpha_i) \\ (\Delta_{x,i} \sin(\alpha_i) - \Delta_{y,i} \cos(\alpha_i)) & (\Delta_{x,i} \sin(\alpha_i) + \Delta_{y,i} \cos(\alpha_i)) \end{bmatrix}, \quad (5)$$

$$a_s = \begin{bmatrix} \bar{n} \\ \bar{\alpha} \end{bmatrix}, \quad (6)$$

що дає наступне рівняння, яке включає постійний член:

$$L(p) = \sum_{i=1}^{Na} \begin{bmatrix} \bar{n} \cos \bar{\alpha} \\ \bar{n} \sin \bar{\alpha} \\ \bar{n}(\Delta_{x,i} \sin \bar{\alpha} - \Delta_{y,i} \cos \bar{\alpha}) \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^{Na} \begin{bmatrix} \cos \bar{\alpha} & -\bar{n} \sin \bar{\alpha} \\ \sin \bar{\alpha} & \bar{n} \cos \bar{\alpha} \\ (\Delta_{x,i} \sin \bar{\alpha} - \Delta_{y,i} \cos \bar{\alpha}) & (\Delta_{x,i} \sin \bar{\alpha} + \Delta_{y,i} \cos \bar{\alpha}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y'n \\ \bar{\alpha} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Для досягнення бажаної проектної поведінки системи необхідний процес ітераційного моделювання та коригування відповідно до поведінки регулятора, що спостерігається, щоб знайти оптимальне значення постійних коефіцієнтів. Контролер, визначений вище, скидає стан системи в нуль, але в цьому випадку контролер повинен слідувати заданому еталонному сигналу. Тому потрібно інтегрувати опорний сигнал  $r$  в рівняннях [24]. Це можна зробити, переписавши вхідний сигнал як

$$u(t) = -Lx(t) + L_r r(t), \quad (8)$$

де  $L_r$  вибирається таким чином, щоб статичне посилення відповідало заданому значенню. Подібний метод використання  $LQR$  було застосовано в [25]. Розроблена за означеним принципом система показана на Рис. 2.

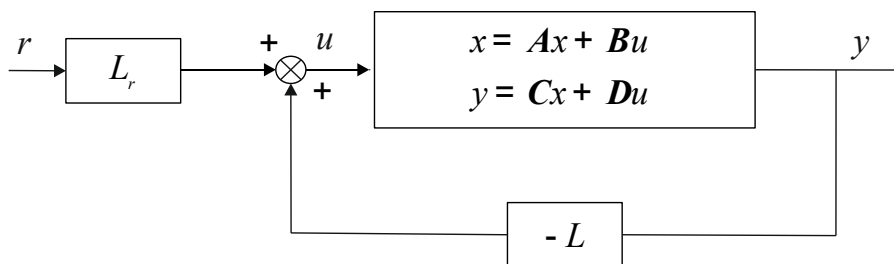


Рисунок 2 – Подання зворотного зв'язку та еталонного посилення системи

На рис. 3 показано основні результати роботи двох різних регуляторів. Регулятор налаштування максимального значення забезпечує перерегулювання в 7 разів вище еталонного значення, але стабілізується після 10 с.

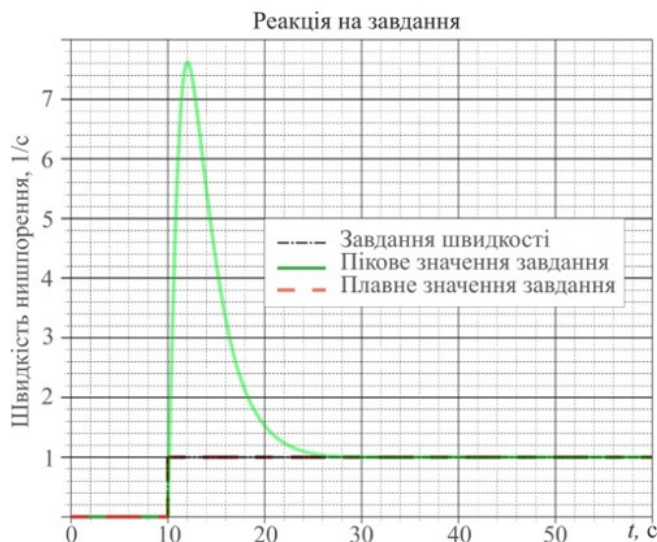


Рисунок 3 – Перехідна характеристика лінеаризації нульового кута



Згідно рис. 4, б кінцеве значення  $\alpha$  дорівнює  $\alpha_p = \alpha_s = 0.065$  рад.

Найімовірніше, це результат зміни кута розташування АПП, як показано на рис. 4 (а, б), на якому  $\alpha$  досягає дуже високого негативного значення, близького до  $-20$  рад, що далеко від реалістичного сценарію для реального АПП.

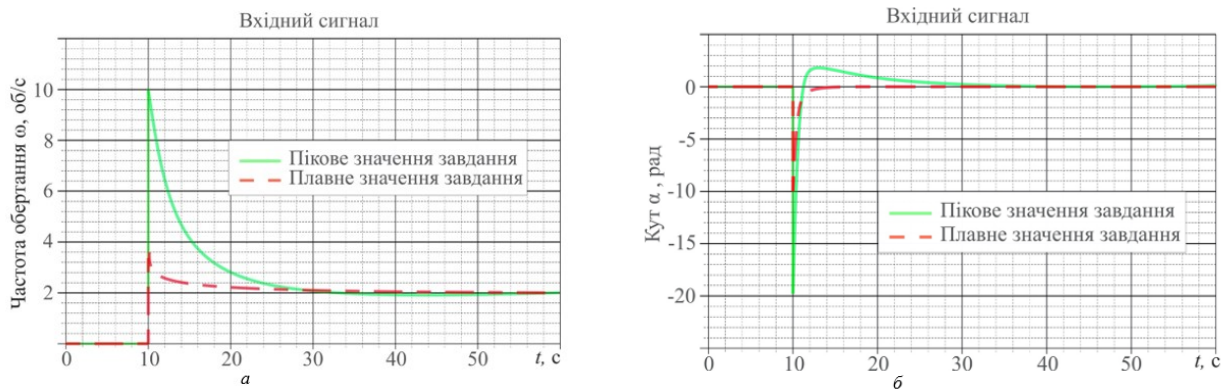


Рисунок 4 – Вхідні сигнали лінеаризації нульового кута: а – швидкість обертання; б – кут  $\alpha$

Цей факт дає підстави переоцінювання необхідності більш різкої зміни швидкості нищорення над повільною для протидії стану коли перерегулювання досягає такого високого значення. Однак, зменшення  $\alpha$  є доцільним з фізичної точки зору, тому що невеликий негативний кут забезпечить позитивний крутний момент навколо осі z і позитивну швидкість нищорення. Хоча це може бути спірним моментом, якщо такий маленький кут може мати такий вплив, якщо нульовий кут дає аналогічні результати для цього режиму контролера. Іншим цікавим аспектом є те, наскільки розділені швидкість обертання та кидки швидкості, оскільки регулятор показує однакову поведінку для обох симуляцій, що для реального АПП може суттєво вплинути на результати [26, 27].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Andreas, A. Multivariate Modeling and Adaptive Control of Autonomous Ferries /A. Andreas, B. Morten, E. Bjørn-Olav // IFAC-PapersOnLine. – V. 54(16). – P. 395-401. Doi: [10.1016/j.ifacol.2021.10.122](https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.10.122).
2. Budashko, V. Decision support system's concept for design of combined propulsion complexes [Text] / V. Budashko, V. Nikolskyi, O. Onishchenko, S. Khniunin / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – V. 3. – № 8(81). – P. 10 – 21. Doi: [10.15587/1729-4061.2016.72543](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.72543).
3. Budashko, V. V. Conceptualization of research of power hybrid electric power complexes [Text] / O. V. Glazeva, V. V. Budashko, S. F. Samonov // Technology audit and production reserves. – 2016. – V. 5. – 1(31). – 63–73. Doi: [10.15587/2312-8372.2016.81407](https://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.81407).
4. Budashko, V. Formalization of design for physical model of the azimuth thruster with two degrees of freedom by computational fluid dynamics methods [Text] / V., Budashko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – V. 3. – № 7(87). – P. 40–49. Doi: [10.15587/1729-4061.2017.101298](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.101298).
5. Budashko, V. Theoretical-applied aspects of the composition of regression models for combined propulsion complexes based on data of experimental research [Text] / V., Budashko, V., Golikov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – V. 4. – № 3(88). – P. 11 – 20. Doi: [10.15587/1729-4061.2017.107244](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.107244).
6. Fossen, T. I. Identification of dynamically positioned ships [Text] / T. I. Fossen, S. I. Sagatun, A. J. Sørensen // Control Engineering Practice: 1999. – March. – P. 369–376. Doi: [10.1016/0967-0661\(96\)00014-7](https://doi.org/10.1016/0967-0661(96)00014-7), Marine Systems Simulator Режим доступу: \www/ URL: <http://www.marinecontrol.org/>. – 24.02.2015 p. – Загол. з екрану.
7. Gibson, J. D. Performance effects of optimal LQG eigenvalue placement in ship control [Text] / J. D. Gibson // IECON'03. 29th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IEEE Cat. No.03CH37468). – 2003. – V. 1. – P. 268-278. Doi: [10.1109/IECON.2003.1279991](https://doi.org/10.1109/IECON.2003.1279991).



8. Lang, X. A semi-empirical model for ship speed loss prediction at head sea and its validation by full-scale measurements / X. Lang, W. Mao // *Ocean Engineering*. – 2020. – V. 209. – 107494. ISSN 0029-8018. Doi: [10.1016/j.oceaneng.2020.107494](https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107494).
9. Wang, Z. A gain scheduled robust linear quadratic regulator for vehicle direct yaw moment Control [Text] / *Mechatronics* // Z. Wang, U. Montanaro, S. Fallah, A. Sorniotti, B. Lenzo. – 2018. – V. 51. – P. 31-45. ISSN 0957-4158. Doi: [10.1016/j.mechatronics.2018.01.013](https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2018.01.013).
10. Sandler, A., Budashko, V., Khniunin, S., Bogach, V. (2023). Improving the mathematical model of a fiber-optic inclinometer for vibration diagnostics of elements in the propulsion system with sliding bearings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Applied physics*, 5 (5(125)), 24-31. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289773>.
11. Budashko, V., Sandler, A., Khniunin, S., & Bogach, V. (2024). Design of the predictive management and control system for combined propulsion complex. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(2 (131)), 90–102. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313627>.
12. Frković, L. Shore-to-ship: Enabling the electrification sustainability of maritime transport with the nexus between berthed cruise ships and renewables in the isolated energy systems / L. Frković, B. Čosić, A. Falkoni, T. Pukšec, N. Vladimir // *Ocean Engineering*. – V. 302. – 117537. ISSN 0029-8018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117537>.
13. Budashko, V. Solving a task of coordinated control over a ship automated electric power system under a changing load [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2021. – V. 2. – № 2(110). – P. 54-70. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2021.229033](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229033).
14. Budashko, V. Diagnosis of the Technical Condition of High-tech Complexes by Probabilistic Methods [Text] / V. Budashko, A. Sandler, V. Shevchenko // *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation (TransNav)*. – 2022. – V. 16. – № 1. – P. 105-111. ISSN 2083-6473, ISSN 2083-6481 (electronic version). Doi: [10.12716/1001.16.01.11](https://doi.org/10.12716/1001.16.01.11).
15. Atiz, A. Integrating renewable energy technologies in green ships for mobile hydrogen, electricity, and freshwater generation // A. Atiz, M. Erden, H. Karakilcik, M. Karakilcik // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2024. – V. 89. – P. 1368-1382. ISSN 0360-3199. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.09.302>.
16. Budashko, V. Thrusters physical model formalization with regard to situational and identification factors of motion modes [Text] / V. Budashko // 2020 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE), Istanbul, 12-13 June 2020, Turkey: IEEE. Pp. 1-6. Doi: [10.1109/ICECCE49384.2020.9179301](https://doi.org/10.1109/ICECCE49384.2020.9179301).
17. Budashko, V. The synthesis of control system to synchronize ship generator assemblies [Text] / V. Budashko, V. Shevchenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2021. – V. 1. – № 2(109). – P. 45-63. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2021.225517](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225517).
18. Liang, Q. A review of maritime equipment prognostics health management from a classification society perspective / Q. Liang, K. E. Knutsen, E. Vanem, V. Æsøy, H. Zhang // *Ocean Engineering*. – 2024. – V. 301. – 117619. ISSN 0029-8018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117619>.
19. Budashko, V. Thrusters physical model formalization with regard to situational and identification factors of motion modes [Text] / V. Budashko // *International journal of energy and environment*. – 2020. – V. 14. – P. 5-8, ISSN: 2308-1007. Doi: [10.46300/91012.2020.14.2](https://doi.org/10.46300/91012.2020.14.2).
20. Guerrero-Rodríguez, N.F. Modelling real non-linear loads for a Controller Hardware-in-the-Loop configuration to evaluate a Shunt Active Power Filter / N.F. Guerrero-Rodríguez, V. Nuñez-Ramírez, R. O. Batista-Jorge, R. Mercado-Ravelo, F.A. Ramírez-Rivera, J. A. Ferreira, E. Reyes-Archundia // *Energy Reports*. – 2024. – V. 12. – P.1947-1976. ISSN 2352-4847. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.07.056>.
21. Budashko, V. Optimization of the control system for an electric power system operating on a constant power hyperbole [Text] / V. Budashko, A. Sandler, V. Shevchenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2022. – V. 1. – № 8(115). – P. 6-17. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2022.252172](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252172).
22. Hänninen, Satu K. Development of vertical second harmonic wave loads of a large cruise ship in short and steep head waves / S. K. Hänninen, T. Mikkola, J. Matusiak // *Ocean Engineering*. – 2016. – V. 118. – P. 17-27. ISSN 0029-8018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2016.03.052>.



23. Budashko, V. V. Ship's power plants of combined propulsion complexes: concepts, technologies, researching: Monograph / Budashko V. V. – Odessa: NU “OMA”, 2020. – 136 p. ISBN 978-617-7857-01-2.
24. Будашко, В. В. Високовольтні технології в морській електроінженерії: монографія [Текст] / В. В. Будашко, О. М. Піпченко, В. В. Пономаренко, В. А. Шевченко // Одеса: НУ «ОМА», 2020. – 398 с. ISBN 978-617-7857-02-9.
25. Sandler, A. Improving tools for diagnosing technical condition of ship electric power installations [Text] / A. Sandler, V. Budashko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – V. 5. – № 5(119). – P. 25-33. ISSN 1729-3774. Doi: [10.15587/1729-4061.2022.266267](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266267).
26. Budashko, V., Sandler, A., & Khniunin, S. (2023). Improving the method of linear-quadratic control over a physical model of vessel with azimuthal thrusters. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(2 (121), 49–71. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273934>.
27. V. Budashko, A. Sandler and O. Glazeva, "Improvement of the Predictive Control Method for the High-Level Controller," 2024 IEEE 17th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv, Ukraine, 2024, pp. 294-297, Doi: <https://doi.org/10.1109/TCSET64720.2024.10755561>.

*Пасічник Олександр Олександрович,  
здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [pasecys9@gmail.com](mailto:pasecys9@gmail.com)*

*Науковий керівник: Будашко Віталій Віталійович  
д.т.н., професор, директор ННІ АтаЕМ  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [bvv@te.net.ua](mailto:bvv@te.net.ua)*

*Науковий керівник: Шевченко Валерій Анатолійович  
д.т.н., професор кафедри електрообладнання суден і автоматики  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [vash4891@gmail.com](mailto:vash4891@gmail.com)*

УДК 330.8

## ТЕХНОЛОГІЯ «РОЗУМНИЙ ПОРТ» ЯК ІНСТРУМЕНТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МОРСЬКОЇ ПОРТОВОЇ ГАЛУЗІ

**Станева Я. М.**

Національний університет «Одеська морська академія»

Морський сектор, включаючи порти та термінали, часто вважався консервативною галуззю, стійкою до змін, навіть, незважаючи на вдосконалення, аспекти портових операцій залишалися міцно закріпленими в минулому, залежними від ручних і паперових систем.

Але світова торгівля не стоїть на місці. Постійно зростаючі розміри суден і обсяги вантажів продовжують чинити тиск на порти та термінали, які повинні продовжувати інновації, щоб не відставати. Оператори, які хочуть зберегти конкурентоспроможність, повинні прийняти цифрове мислення та впровадити технології розумних портів, щоб залишатися продуктивними, зручними для клієнтів, ефективними та



конкурентоспроможними. Прогресивні порти використовують ті самі цифрові прориви, які руйнують інші галузі [1, с.3].

У той же час портове середовище перетворилося на складні партнерські мережі, які включають портову адміністрацію, термінали, судноплавні лінії, транспортні та логістичні компанії та інші. У загальній схемі, порти є основною ланкою в глобальному ланцюжку постачання морської галузі та торгівлі. Продовжуючи оцифровування своїх процесів, технології розумного порту об'єднують всю його спільноту, роблячи порт інформаційним центром для усієї регіональної транспортної екосистеми. Щоб бути дійсно ефективними, зацікавлені сторони повинні у свою чергу не просто запровадити ці самі технології самостійно, а використовувати платформи та сервіси, які спрощують спільну роботу зацікавлених сторін для підвищення ефективності всієї системи. Ці самі платформи та послуги дозволяють окремим партнерам розширювати свій бізнес та отримувати все більше вигід.

У рамках Четвертої промислової революції відбувається прискорене інвестування та розвиток розумних портів. У той час як морська логістика та портові операції переживають дедалі більшу цифровізацію, що саме таке «розумний порт»? Міжнародно прийнятого визначення терміну «розумний порт» не існує, однак у літературі надається чимала кількість тлумачень. Так у одній із своїх робіт ESCAP зазначає: «Розумний порт - порт, який постійно використовує технологію як інструмент для розробки рішень, які можуть допомогти 20 портам, користувачам порту та робочій силі покращити деякі або багато їхніх процесів і дій, а отже, принести додаткову цінність портовій спільноті та ланцюжку постачання в цілому» [2,с.19].

Згідно Джеймса ДеЧанта: «Розумний порт - це автоматизований порт, який використовує аналіз даних для прийняття правильних бізнес-рішень і ефективного виконання операцій. Концепція полягає у використанні інтелектуальних технологій для підвищення ефективності порту, покращення продуктивності та економічної конкурентоспроможності» [3].

«Розумні порти - це єдині порти, які виживуть», - стверджує адміністратор портів і судноплавства ITF Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). «Розумний означає відсутність марної витрати місця, часу, грошей і природних ресурсів» [4].

Таким чином, розумний порт можна визначити як порт, який автоматизує портові операції та стає автономним портом з інтегрованим управлінням інформацією, раціональним прийняттям рішень та ефективним використанням ресурсів за допомогою технологій 4IR. Головна мета розумних портів згідно ESCAP: «задоволення потреб користувачів порту шляхом забезпечення вищої ефективності роботи, прозорості, безпеки та захисту» [2, с.20].

Перш ніж перейти до розгляду особливостей функціонування, визначимо, що ж саме двигаче портами становитись розумними. Порти готові покращити роботу з ряду причин, включаючи той факт, що:

- порти є складним операційним середовищем і складаються з різних зацікавлених сторін;
- вони хочуть максимізувати ефективність ланцюга поставок;
- адміністрація порту бере активну роль в оптимізації роботи;
- переосмислюючи місію та роль кожного етапу прибуття судна, порти можуть значно покращити свою ефективність, безпеку та вплив на навколишнє середовище.

Основні причини та виклики, які штовхають сучасні порти зробити суттєвий крок до того, щоб стати розумними представлено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні виклики розвитку розумних портів

Виклики	Характеристики
Інтенсифікація морської торгівлі	- Необхідність максимізувати ефективність портових операцій для розміщення збільшених розмірів суден, а також вирішення проблем з їх заторами у порту. - Автоматизація кранів і транспортних засобів з метою обробки збільшених обсягів вантажів.
Зростання важливості проблем навколишнього середовища	- Наявність екологічних проблем в портах, спричинених відходами суден (нафти та стічні води). - Необхідність побудови екологічно чистого порту, який використовує зелену енергію та технології. - Скорочення викидів CO <sub>2</sub> .
Підвищення ролі цифровізації та автоматизації	- Підвищення ефективності роботи та продуктивності в зонах порту чи терміналу шляхом впровадження технологічних інновацій в модернізації портової інфраструктури. - Необхідність відстеження вантажу в режимі реального часу для оптимізації портових операцій. - Розширення зони контролю шляхом використання дистанційного моніторингу.
Обмеження сумісності з іншими транспортними засобами	- Потреба в обміні інформацією з іншими транспортними системами та взаємозв'язку з внутрішнім транспортом та створення портового співтовариства
Необхідність посилення фізичної та кібербезпеки в портах	- Необхідність підтримки фізичної безпеки порту, який є місцем зберігання небезпечних вантажів (включаючи вибухові речовини, хімічні речовини) та місцем підвищеної небезпеки для працівників порту. - Необхідність чітко визначеної політики кібербезпеки порту проти кібератак.

**Висновки.** Таким чином, у зв'язку зі швидкими змінами навколишнього середовища, такими як збільшення розмірів суден та обсягів вантажів, виникла необхідність не лише переглянути бізнес-модель, але й запровадити технологічні інновації з метою посилення конкурентоспроможності порту. Більшість портів повинні намагатися стати розумними портами, щоб підтримувати продуктивність, зручність для клієнтів, ефективність і конкурентоспроможність. Ключем до успіху переходу на розумні порти є використання ефективних та інноваційних технологій і побудова нових бізнес-моделей як аспектів стратегії, культури та функціонування розумних портів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. F-X. Delenclos, A. Rasmussen, J. Riedl, To Get Smart, Ports Go Digital, BCG, 2018, p.189
2. Smart Port Development for sustainable maritime connectivity in Asia and the Pacific, ESCAP, 2021, p.96
3. James R. DeChant, Smart Port: Using Smart Technology to Increase a Port's Efficiency. URL: <https://www.adv-polymer.com/blog/smart-port>
4. Donnelly J. What is a Smart Port, 2016, URL: [https://www.porttechnology.org/news/what\\_is\\_a\\_smart\\_port/](https://www.porttechnology.org/news/what_is_a_smart_port/)

**Станєва Яна Миколаївна**  
 аспірант, Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
 e-mail: [yana\\_staneva0712@ukr.net](mailto:yana_staneva0712@ukr.net)

**Науковий керівник Сотниченко Людмила Леонідівна**  
 д.е.н., професор кафедри менеджменту та економіки морського транспорту  
 Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса;  
 e-mail: [llsotnichenko@gmail.com](mailto:llsotnichenko@gmail.com)

УДК 338.4

## ОСНОВНІ СКЛАДОВІ СВІТОВОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

**Табенський С.В.**

Національний університет «Одеська морська академія»

Галузь транспорту та логістики є основою сучасних глобальних ланцюгів поставок. Галузь логістики охоплює транспортування вантажів, складування, оформлення на кордоні, платіжні системи та багато інших функцій, які виробники та торговці передають постачальникам послуг. «Процеси глобалізації, інтернаціоналізації й транснаціоналізації світової економіки сприяли зростанню ролі логістики як дієвого інструменту підвищення ефективності й конкурентоспроможності підприємств на ринках товарів і послуг, а також призвели до формування міжнародних транспортних коридорів, глобальних та регіональних ланцюгів постачання, потужних логістичних кластерів та альянсів»[1, с. 5].

Для аналізування стану світової логістичної системи необхідно розуміти сутність та структуру цієї логістичної інфраструктури. Вона представляє собою цілісну систему економічних взаємовідносин всіх учасників логістичного процесу (суб'єктів господарювання) та забезпечує безперебійну реалізацію всіх функцій ринковим механізмом. Різні автори по-своєму трактують складові логістичної інфраструктури. Однак, узагальнюючи основні теорії, можна виділити такі основні складові логістичної інфраструктури: виробничу, інституційну та соціальну (рис. 1)

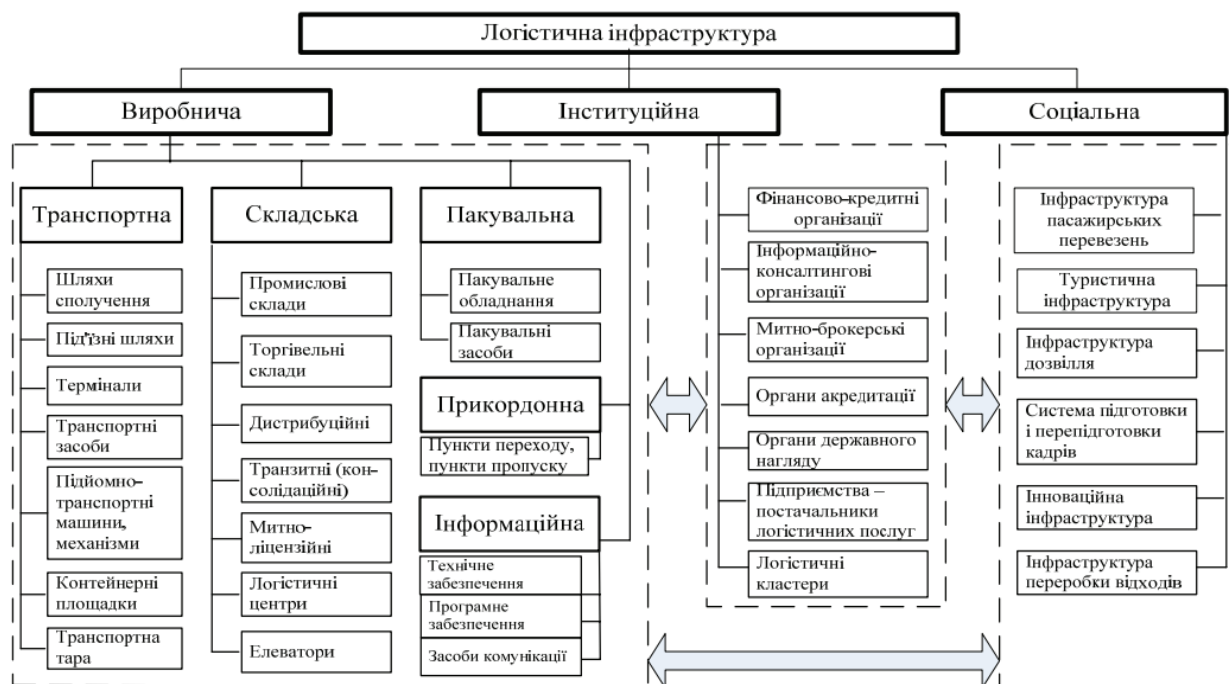


Рисунок 1 – Структура логістичної інфраструктури

Ключовою підсистемою є саме виробнича логістика, яка виконує функціональне забезпечення: транспорт, термінали, склади. Інституційна ланка виступає обслуговуючим сегментом, який керує та контролює логістичний процес, при цьому не представляє собою окрему галузь: це банки, страхові компанії, митниці, органи управління як центри впливу. Останнім часом виділяють і соціальні підсистему логістичної інфраструктури, головне завдання якої полягає в задоволенні потреб населення.





Логістична інфраструктура є сукупністю інтегрованих взаємопов'язаних логістичних центрів. Ця система як на рівні підприємства, міста, так і на рівні держав та їх об'єднань потребує значних інвестицій для ефективної реалізації своїх функцій та потенціалу, які зазвичай мають довгі строки окупності. З іншої сторони, саме рівень інфраструктури є головним фактором інвестиційної привабливості. Індекс ефективності логістики Світового банку показує, що між країнами існує велика різниця в інфраструктурі, і цю проблему важко вирішити, оскільки кожна країна має свої власні проблеми, і єдиного рішення немає. Тому важливо враховувати унікальність кожної країни та ситуації під час розробки стратегічного плану інвестицій у транспортну інфраструктуру [2].

Наприклад, у США та Індонезії, де відстані між містами відносно великі, внутрішнє повітря є основним видом транспорту. Навпаки, у Західній Європі існує менша потреба у внутрішніх аеропортах, оскільки міста розташовані ближче одне до одного, а мережі доріг і залізниць надійні та ефективні. Останніми роками, оскільки затори на дорогах стають все більшою проблемою в усьому світі, залізниці знову стали популярними, особливо високошвидкісні та міські залізниці (хоча такі проекти складні та потребують багато часу для планування та інвестицій). У багатьох найбільших містах економік, що розвиваються, таких як Джакарта, Бангкок і Маніла, серйозна модернізація транспортної інфраструктури є життєво необхідною для ефективного функціонування міста. Ці міста достатньо багаті, щоб фінансувати власну інфраструктуру, але реалізація є складною проблемою через брак досвіду та неефективні процеси планування [3].

Після світової фінансової кризи витрати на інфраструктуру були обмежені загальним скороченням державних витрат, у той час як довгостроковий розрив інфраструктури продовжується. У деяких країнах, що розвиваються, як-от Індонезія та Індія, відсутність інвестицій у транспортну інфраструктуру гальмує зростання. Однак є деякі ознаки змін з новими урядами в цих країнах. Китай є лідером у стимулюванні інвестицій у транспортну інфраструктуру. Прийнятий Всекитайськими зборами народних представників, 12-річний план переніс акцент на внутрішнє споживання та виробництво продукції з вищою доданою вартістю, що, у свою чергу, призвело до змін у дорожні інвестиції. Крім того центральний уряд Китаю широко заохочує державно-приватне партнерство (ДПП) і нещодавно запустив програму ДПП у транспорті на суму 205 мільярдів доларів, тому очікується більше інвестицій від приватного сектора. У залізничному секторі Міністерство транспорту Китаю розробило список пріоритетних міжнародних мегапроектів на підтримку ініціативи «Один пояс, один шлях» [4, с. 4].

Інвестиції в транспортну інфраструктуру в Західній Європі, ймовірно, будуть невеликими в найближчому майбутньому, враховуючи вже добре розвинені транспортні мережі, а також триваючі фіскальні обмеження та високий попит на більшу соціальну інфраструктуру, особливо в сфері охорони здоров'я. Витрати на інфраструктуру будуть обмежені цільовими схемами для зменшення заторів. Подібним чином, з розвиненими транспортними мережами в США та Канаді очікується, що інвестиції зростатимуть у середньому лише на 3% на рік протягом наступного десятиліття. Навпаки, широкомасштабний розвиток транспортних мереж, ймовірно, триватиме в багатьох економіках Азіатсько-Тихоокеанського регіону, враховуючи переміщення економічної влади із Заходу на Схід, зростання добробуту в Азії та швидку урбанізацію. Також очікується, що значне зростання інфраструктури морських портів сприятиме розширенню міжнародної торгівлі.

Для більшості країн Центральної та Східної Європи інвестиції в транспортні мережі залишаються відносно важливими через необхідність транспортування видобувної продукції на інші ринки. Витрати на модернізацію портів збільшуватимуться в середньому майже на



10% щорічно. І навпаки, країни, які не експортують корисні копалини, такі як Польща та Угорщина, матимуть набагато повільніше зростання витрат на транспорт.

Галузь надання логістичних послуг розвивається значно динамічніше, ніж інші сектори економіки. Саме логістика характеризує рівень багатьох національних економік. Так, в Нідерландах заходиться 57% усіх європейських дистрибуторських центрів із США, 75% із яких функціонують на умовах аутсорсингу. В Китаї логістика займає роль стратегічного сектора економіки. Об'єднані Арабські Емірати слугують гарним прикладом для України завдяки реалізації свого транзитного потенціалу, виступаючи повітряним та морським коридором між країнами Близького Сходу, Азії та Північної Африки з вільною економічною зоною та займають позицію світового хабу з реекспорту. Все це вдалося завдяки наданню ефективних, доступних та оперативних транспортно-логістичних послуг.

**Висновки.** Минулий досвід показує, що існує гостра потреба в тому, щоб інвестиції в інфраструктуру були краще узгоджені з вимогами логістичних та інших операторів. Важливо, щоб оператори брали участь у плануванні інвестицій у державну інфраструктуру, щоб забезпечити ефективне використання потужностей. Але багато власників і операторів інфраструктури є національними, які не мають глобального погляду або легкого доступу до передового світового досвіду. З іншого боку, будівельні компанії стають все більш міжнародними, уможливаючи передачу технологій і робочих практик. Але галузь виграла б, якби оператори-логісти, які розуміються на ринках, були б більшими та впливовішими порівняно з урядами та будівельними підрядниками. У портах є багато випадків, коли будується нова інфраструктура, але не вдається залучити достатній обсяг для проектної потужності. Однак є також приклади хорошої співпраці, наприклад, багато терміналів і портів, де оператори відігравали провідну роль, роблячи проектування інфраструктури ринковим.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Григорак М.Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепція, методологія, компетентність: монографія / М.Ю. Григорак. Київ.: Сік Груп Україна, 2017. 513 с
2. Review of maritime transport 2023 – UNCTAD. URL : <https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023.pdf>
3. World LNG Report 2023 - International Gas Union
4. Assessing the global transport infrastructure market: Outlook to 2025 - Research by Oxford Economics. URL : [www.pwc.com/outlook2025](http://www.pwc.com/outlook2025)
5. Сотниченко Л.Л., Бурмака Л.О., Табенський С.В. Формування інтегрованого управління транспортно-логістичними системами морських портів. Наука і техніка сьогодні, серія «Економіка», № 11(25) 2023. С.349-362. URL : [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-11\(25\)-349-361](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-11(25)-349-361)
6. Сотниченко Л.Л., Сівань А.С. Інвестиційні потреби та фінансування портової інфраструктури. Економічний вісник Донбасу. 2021. № 3 (65). С. 115-119. URL : <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/181854>

*Табенський Сергій Васильович*  
аспірант, Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [8always.the.best@gmail.com](mailto:8always.the.best@gmail.com)

*Науковий керівник Сотниченко Людмила Леонідівна*  
д.е.н., професор кафедри менеджменту та економіки морського транспорту  
Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [llsotnichenko@gmail.com](mailto:llsotnichenko@gmail.com)



УДК 338.2:658.8

## ФАКТОРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У СФЕРІ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ

**Барінов Д. А.**

Національний університет «Одеська морська академія»

Економічна безпека стосується безлічі сторін життя суспільства, економіки та держави. Вона гарантує стабільність, ефективність та успіх будь-якої діяльності. Економічна безпека є найважливішою якісною характеристикою економічної системи, що визначає її здатність забезпечувати нормальні умови життєдіяльності населення, достатнє забезпечення ресурсами народного господарства та послідовну реалізацію інтересів держави.

У більшості наукових праць поняття «економічна безпека» розглядається як спроможність економіки забезпечити свій вільний і незалежний розвиток, стабільність громадського суспільства та його інститутів, а також достатній оборонний потенціал країни за несприятливих умов та варіанти розвитку подій; здатність держави до захисту національних економічних інтересів від внутрішніх та зовнішніх загроз.

Економічна безпека є універсальною категорією, що відбиває захищеність суб'єктів соціально-економічних відносин на всіх рівнях, починаючи з держави і закінчуючи шкідливим її громадянином [1]. Отже, безпека економічної системи означає здатність системи до стабільного функціонування.

Логістична система, маючи безліч різних елементів (виробничих, торгових, транспортних та ін), постійно схильна до ризику, прояв якого тягне за собою порушення роботи всієї структури і отримання різного роду збитків. Отже, можна зробити висновок, що забезпечення економічної безпеки у сфері надання логістичних послуг є дуже важливим і актуальним [2].

Під економічною безпекою у сфері надання логістичних послуг розуміється комплекс організаційних заходів та технічних рішень, спрямованих на виявлення, попередження та припинення дестабілізуючих факторів, а також усунення наслідків їх впливу з метою забезпечення ефективної роботи.

Логістичний ланцюжок є складним утворюючим з рядом етапів, які схильні до зовнішніх і внутрішніх ризиків. Це можуть бути стихійні лиха, якийсь злий намір, як працівників компанії, так і бандитів, а також вади в самій організації процесу. У зв'язку з цим, логістична сфера потребує забезпечення безпеки [3].

Процес забезпечення логістичних послуг має професійно супроводжуватися усім шляхом і бути побудованим на сучасних технологіях безпеки. У зв'язку з цим виділимо деякі фактори та умови забезпечення економічної безпеки у сфері логістичних послуг у таблиці 1.

Компанія повинна бути вибудована в загальну систему роботи, для можливості ефективного контролю дотримання правил і процедур поведінки з товарно-матеріальними цінностями. Внаслідок чого забезпечується захист від ризиків кримінальної поведінки працівників компанії та сторонніх осіб; від того, що безпосередньо пов'язане з безпекою на роботі самого працівника (дотримання обов'язкових правил техніки безпеки на транспорті, наявність посвідчення водія потрібної категорії, тощо); а також наявність практики досудових розглядів при виявленні випадків неправомірних дій із товарами, що призвели до втрат.

Таблиця 1 – Фактори забезпечення економічної безпеки у сфері логістичних послуг

Фактори	Значення
Чітка вибудована загальна система роботи	Можливість ефективного контролю дотримання правил і процедур поведінки з товарно-матеріальними цінностями
Наявність запропонованих правил та вимога їх дотримання	Захист від ризиків кримінальної поведінки працівників компанії та сторонніх осіб
Забезпечення безпеки самих працівників	Ефективність роботи працівників
Практика досудових розглядів	Використовується для виявлення випадків неправомірних дій з товарами
Наявність об'єднуючого елемента (документа)	Використання учасниками логістичної системи єдиних принципів та напрямів під час прийняття рішень
Використання спеціальної мережі для обміну даними	Захист від ризиків потрапляння інформації конкурентам чи іншим третім особам
Договори із співробітниками про нерозголошення комерційної таємниці	Захист від інсайдерів
Підвищення кваліфікації співробітників	Поліпшення якості роботи

В процесі дії логістичної системи зацікавлених осіб (постачальники, замовники, підрядники та ін.) кожен з них має певну роль у логістичній системі, і по-своєму прагне мінімізувати можливі ризики та збитки, що виникають під час реалізації загроз. Але всі ці особи мають дуже обмежені можливості і беруть відповідальність лише за малу частину, а також багато учасників логістичної системи залишаються зовсім не охопленими [4].

У зв'язку з цим, якщо, наприклад, за технічну безпеку відповідає кожна ланка логістичної системи, то економічна безпека лягає на плечі логістичної компанії, яка так само покладається на служби безпеки підприємств.

Така ситуація призводить до ризикових наслідків через недостатність системи безпеки. Щоб уникнути цього, потрібно мати будь-який об'єднуючий елемент (документ), завдяки якому стане можливим використання учасниками логістичної системи єдиних принципів та напрямків при прийнятті рішень щодо економічної безпеки логістичної системи.

**Висновки.** Якість забезпечення економічної безпеки логістичної системи є важливим чинником. Для цього на підприємстві створюють спеціальну мережу для обміну даними, підписують із працівниками компанії договори про нерозголошення комерційної таємниці, проводять різноманітні семінари для підвищення кваліфікації працівників.

Таким чином, економічна безпека логістичних послуг залежить від багатьох факторів. Тільки абсолютне дотримання всіх умов може її забезпечити, інакше можуть настати обставини, які можуть спричинити загрозу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Данілова, Е. І., 2020. Напрями наукових досліджень економічної безпеки підприємств [online] URL : <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams> .
2. Іванова М.І. Класифікація логістичних систем. Стратегія економічного розвитку України. 2016. № 39. С. 13-20. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/seru\\_2016\\_39\\_43](http://nbuv.gov.ua/UJRN/seru_2016_39_43)
3. Логістика: навч. посіб. / Безугла Л.С., Юрченко Н.І., Ільченко Т.В., Пальчик І.М., Воловик Д.В. Дніпро: Пороги, 2021. 252 с



4. Пушкар, О. І. Ризики у логістичній діяльності та проблеми їх зменшення в сучасних умовах господарювання. Європейський вектор економічного розвитку. 2020. № 2. С. 85–93. DOI: <https://doi.org/10.32342/2074-5362-2020-2-29-8>.

*Барінов Дмитро Анатолійович*  
аспірант, Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [mr.dmytro.barinov@gmail.com](mailto:mr.dmytro.barinov@gmail.com)

*Науковий керівник Сотниченко Людмила Леонідівна*  
д.е.н., професор кафедри менеджменту та економіки морського транспорту  
Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [llsotnichenko@gmail.com](mailto:llsotnichenko@gmail.com)

УДК 629.123

## МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВПЛИВУ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНУ СИСТЕМУ ПІД ЧАС КОЛИВАНЬ НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВКЛЮЧЕНЬ ЕЛЕКТРОРУШІЇВ

**Борса Є. В.**

Національний університет «Одеська морська академія»

**Актуальність дослідження.** У сучасних морських суднах електрорушії мають значний вплив на стабільність електроенергетичної системи. Включення та перепади навантаження збільшують витрату палива та призводять до прискореного зносу не тільки генеруючого обладнання, а й усієї суднової системи в цілому. В свою чергу це тягне за собою додаткові витрати на обслуговування та ремонти. У зв'язку з цим, ефективні методи та засоби пом'якшення цих впливів є необхідними для забезпечення безперебійної роботи суднових систем та підвищення енергоефективності.

**Мета роботи.** Метою дослідження є розробка методів і засобів інтеграції систем зберігання енергії (СЗЕ) у суднові електроенергетичні системи, які зменшуватимуть негативний вплив коливань навантаження та раптових включень електрорушіїв, стабілізуючи роботу системи.

**Основний матеріал.** Існуючі підходи до зменшення впливу навантажень на суднові електроенергетичні системи включають використання різних типів СЗЕ, які можуть швидко адаптуватися до змін навантаження. [1]

Система передбачатиме проєктування алгоритму керування, який обиратиме оптимальні параметри СЗЕ для забезпечення стабільності, а також враховуватиме динаміку змін енергоспоживання судна.

Для розробки алгоритмів керування буде взято одне відоме дослідження [2] присвячене розробці та оптимізації гібридної системи зберігання енергії (HESS) для морських суден, спрямованої на підвищення продуктивності енергетичної системи та продовження терміну служби паливних елементів. Запропонований EMS використовує векторні механізми підтримки та керування частотою, а також багатоцільовий підхід до оптимізації, в результаті чого HESS ефективно задовольняє вимоги до потужності, одночасно підвищуючи якість електроенергії та довговічність пристрою. А також інше дослідження [3] на основі нечіткої логіки для кораблів з гібридними паливними елементами, що включає PEMFC, батарею та





ультраконденсатор. Симуляції показують ефективність цієї стратегії в оптимізації розподілу електроенергії, зниженні динамічного навантаження на паливний елемент і підтримці оптимального рівня заряду батареї та ультраконденсатора, що в кінцевому підсумку покращує ефективність системи та економію палива.

**Висновки.** Інтеграція систем зберігання енергії у суднові електроенергетичні системи може значно зменшити негативний вплив. Що дозволять підвищити надійність роботи електроенергетичних систем суден та забезпечити стабільність енергопостачання в умовах різкої зміни навантажень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Feasibility study of an electrical energy storage in a marine vessel. Pitkanen Samuli. 2022
2. Chen, H.; Zhang, Z.; Guan, C.; Gao, H. Optimization of sizing and frequency control in battery/supercapacitor hybrid energy storage system for fuel cell ship. Energy 2020, 197, 117285. [CrossRef]
3. Zhu, L.; Han, J.; Peng, D.; Wang, T.; Tang, T.; Charpentier, J.F. Fuzzy logic based energy management strategy for a fuel cell/battery/ultra-capacitor hybrid ship. In Proceedings of the 2014 First International Conference on Green Energy ICGE, Sfax, Tunisia, 25–27 March 2014; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2014. [CrossRef]

**Борса Єгор Вадимович**

*Здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м.Одеса;  
e-mail: [yehorborsa@gmail.com](mailto:yehorborsa@gmail.com)*

**Науковий керівник: Будашко Віталій Віталійович**

*д.т.н., професор, директор ННІ АтаЕМ  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [bvv@te.net.ua](mailto:bvv@te.net.ua)*

УДК 629.123

## ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ АВТОНОМНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТУ

**Грибач В. В.**

Національний університет «Одеська морська академія»

**Актуальність дослідження.** В сучасних умовах використання автономних підводних апаратів (АНПА) відіграє важливу роль у дослідженні морських глибин. Постійне ускладнення завдань, які ставляться перед АНПА, вимагає підвищеної точності та ефективності їх керування. Оскільки великий клас АНПА має основним режимом роботи – маневровий, у якому об'єкти керування працюють в умовах скошеного потоку, то дослідження роботи і подальше вдосконалення автоматичної системи керування рухом у даних умовах є досить актуальним і для торговельних суднів, в яких маневровий режим є найважчим.

**Мета роботи** полягає у побудові алгоритмів та законів локальних контурів керування рухом, слабо чутливих як до змін параметрів об'єкту управління, так і до дій зовнішніх збурень.



**Основний матеріал.** Система управління рухом підводного апарату розділена на самостійні підсистеми, розподілені за ієрархією керування від високого рівня (що задає траєкторію руху АНПА) до нижнього рівня, яке включає локальні контури керування.

Для розробки алгоритмів управління планується використання класичної теорії лінійних систем автоматичного управління [1], коли для синтезу, модель об'єкту управління лінеаризується, а сам синтез проводиться для найгіршого з точки зору стійкості випадку руху. Подальше вдосконалення системи управління містить в собі використання методів синтезу адаптивних та нелінійних регуляторів, суть якого полягає в оцінці параметрів лінеаризованої моделі об'єкту управління та подальшому підстроюванні параметрів регуляторів.

Прогнозується, що використання адаптивних регуляторів, з можливістю підстроювання коефіцієнтів посилення системи управління в процесі руху, значно покращить перехідний процес, скоротивши час відновлення встановленого режиму без перегулювання [2].

Для синтезу регуляторів буде використовувано математичну модель динаміки АНПА. Дослідження математичної моделі буде проводитись в середовищі Simulink, яке імітує рух апарату в горизонтальній та вертикальній площині та надає ряд залежностей параметрів руху апарату [3].

**Висновки.** Використання адаптивних та нелінійних регуляторів в системі керування рухом значно покращить якість її роботи, при зміні параметрів АНПА та впливу зовнішніх збурень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Електронний ресурс:  
[https://dspace.kntu.kr.ua/bitstream/123456789/9350/1/TAU\\_KR\\_primer.pdf](https://dspace.kntu.kr.ua/bitstream/123456789/9350/1/TAU_KR_primer.pdf)
2. Васильєв М. О., Ігнатенко О. П. Системи автоматичного керування [Текст]: Підручник / М. О. Васильєв, О. П. Ігнатенко. – Київ: Ліра-К, 2020. – 318 с.
3. Блінцов С. В. Теоретичні основи автоматичного керування автономними підводними апаратами [Текст]: Монографія / С. В. Блінцов. – Миколаїв: НУК, 2014. – 222 с.

*Грибач Владислав Віталійович*  
Здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [gribachv@gmail.com](mailto:gribachv@gmail.com)

*Науковий керівник: Будашко Віталій Віталійович*  
д.т.н., професор, директор ННІАтаЕМ,  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [bvv@te.net.ua](mailto:bvv@te.net.ua)

УДК 004.713

### СТВОРЕННЯ МАКЕТУ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО КОМУТАТОРА ОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ СУДНОВИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

**Дмухайлов Д.Д.**  
Національний університет «Одеська морська академія»

Потужність та номенклатура електрообладнання, що застосовується на сучасних суднах, з кожним роком збільшується. Це призводить до збільшення рівня електричних перешкод та

наведень, що впливають на електричні сигнали, які діють у суднових системах керування. Проблема була вирішена шляхом переходу від мідних провідних ліній зв'язку до оптичних систем, більш стійких до електромагнітних перешкод. Оптичні системи передачі інформації, які були впроваджені на великій кількості сучасних суден вже довели свою ефективність. Незважаючи на величезні переваги таких оптичних систем, їх суттєвим недоліком є складність конструкції відомих оптоелектронних комутаційних пристроїв та економічну витратність їхнього використання для оперативного перемикання оптичних каналів зв'язку відповідно до поточного алгоритму обміну. У зв'язку з цим розробка та дослідження нових пристроїв, які б дозволили надійно та ефективно проводити комутацію оптичних сигналів з найменшими витратами, є дуже актуальним науково-технічним завданням.

Пошуком практичних рішень у цій галузі нині займається більшість провідних компаній-виробників устаткування оптичних систем. Дослідження ведуться в різних напрямках, одним з яких, як відомо, є створення комутаторів на основі п'єзоелектричних елементів, що відхиляють (дефлекторів) Основний критерій вибору п'єзоелектричного типу актуаторів - їх висока швидкодія при мінімальній споживаній потужності, а також високий вхідний опір, що дозволяє звести практично до нуля вхідні струми управління актуатора, і, відповідно, мінімізувати споживану комутатором потужність.

Ця робота присвячена розробці та дослідженню експериментального макета одного з таких комутаторів. За основу взято конструкцію комутатора оптичних сигналів [1], в основі якої використано мініатюрний дзеркальний відбивач, який переміщується за допомогою п'єзоелектричного актуатора, виконаного у вигляді біморфної п'єзоелектричної пластини (БПЕП). Конструкцію макету зображено на рис.1.

У даній конструкції передбачені один 1 вхідний і два ідентичних вихідних 2 оптичних каналів комутатора. Слід зазначити, що вхідними та вихідними канали вважаються умовно, оскільки оптичні сигнали можуть поширюватися в лініях ВОЛЗ в обох напрямках.

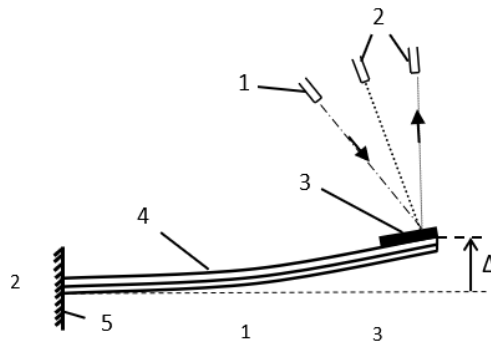


Рисунок 1 – Конструкція макету комутатора оптичних сигналів:  
1- вхідний світловод (джерело сигналу); 2 - вихідні світловоди (приймачі);  
3 – дзеркальний відбивач, 4 – актуатор (БПЕП); 5 – кріплення БПЕП

У даному макеті оптоволоконні світловоди комутатора імітуються трубчастими елементами 1 і 2, з внутрішнім дзеркальним покриттям, яке створює умови повного внутрішнього відбиття світлового променя, що необхідно для передачі інформації без втрат. Переміщення оптичного променя із вхідного світловоду 1 в один із вихідних світловодів 2 здійснюється за допомогою мініатюрного дзеркала 3. Пластина біморфного актуатора (БПЕП) 4 одним кінцем консольно затиснута у нерухомому кріпленні 5, а дзеркало 3 закріплене на її вільному кінці.

Якщо прикласти до БПЕП постійну напругу від зовнішнього джерела живлення, то під дією зворотного п'єзоелектричного ефекту в біморфній пластині виникає згинальна

деформація, що, приводить до переміщення дзеркала 3 на величину  $\Delta$  та його одночасного кутового вигину. Як відомо, перпендикулярна складова вигину  $\Delta$  буде пропорційна керуючій напрузі  $U_{упр}$ , відповідно до рівняння:

$$\Delta = k_{0p} B U_{упр}$$

де  $k_{0p}$  – електромеханічний коефіцієнт,  $B$  – коефіцієнт анізотропії,  $U_{упр}$  – прикладена напруга. Підбір необхідної величини напругі управління дає можливість керувати зміною напрямку променя світла, що відбивається від дзеркала і попадає в отвір потрібного вихідного світловоду комутатора.

В якості джерела керуючої напруги можна використовувати стабілізований регулятор постійного струму з напругою 50... 300 В. Схема одного з варіантів такого джерела, отримана з відкритих інтернет-джерел, наведена на рис. 2.

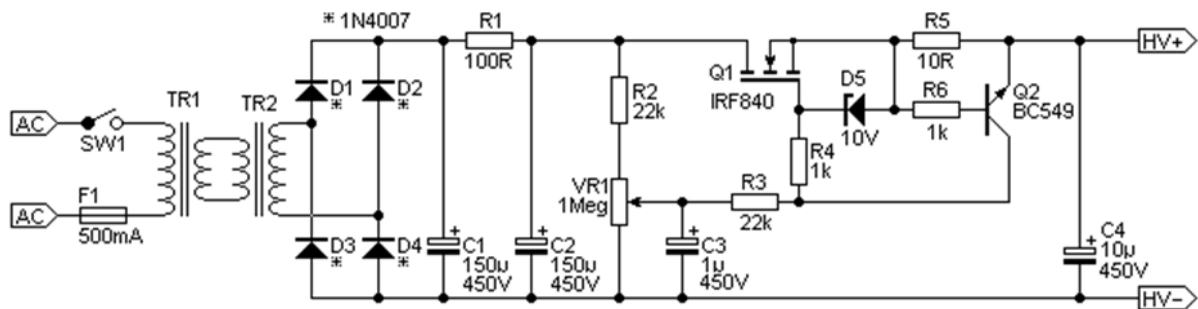


Рисунок 2 – Схема джерела управляючої напруги для макета комутатора оптичних сигналів

Незважаючи на простоту, функціональність та інші переваги, такий найпростіший комутатор оптичних сигналів має суттєвий недолік, що полягає у недостатній жорсткості конструкції. Консольне закріплення БПЕП робить таку конструкцію чутливою до зовнішніх механічних паразитних вібрацій. Однак досі вібростійкість таких оптичних комутаторів з консольно закріпленими БПЕП експериментально не перевірялася, принаймні у доступній літературі подібних досліджень не виявлено. Припущення про нестійкість консольних конструкцій у більшості авторів зазвичай відразу викликає міркування про необхідність переходу до двохопорних закріплень БПЭП, які підвищують стійкість конструкції до вібрацій, але знижують електромеханічну чутливість БПЭП до впливу напругі. Можна теоретично припустити і, можливо, це вдасться експериментально довести, що при малих розмірах БПЭП, тобто при коротких відстанях оптичного ходу променя, і достатньо великій активній площі дзеркального відбивача, можна домогтися того, що розмах відхилень комутованого оптичного променя, викликаних зовнішнім джерелом вібрації, буде вкладатися в створ коліматорної лінзи приймального світловода при заданому рівні вібраційного впливу, тобто сигнал буде комутуватися без втрат. У такому випадку можлива практична реалізація комутаторів такого типу, за умови, що вони будуть виконані в мікромініатюрному виконанні за допомогою МЕМС-технологій. На рисунку 3 показаний етап складання експериментального макета для підтвердження працездатності оптичних комутаторів з актуаторами на основі біморфних п'єзоелектричних пластин, а також дослідження їх вібраційної стійкості.

В якості зовнішнього джерела вібрації передбачається використовувати електромеханічний когерер ударної дії, частоту і напругу в обмотках якого можна змінювати за допомогою генератора.

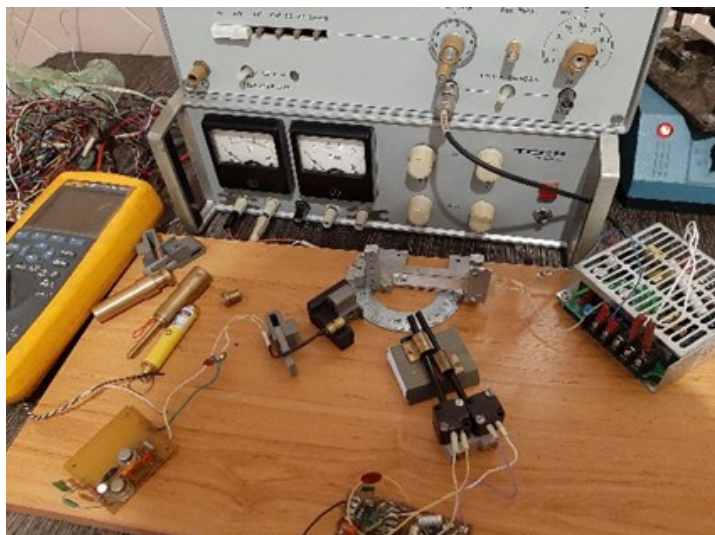


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд конструкції макета для досліджень комутатора оптичних сигналів на основі БПЕП

**Висновки.** Розроблений експериментальний макет, зовнішній вигляд якого наведено на фото (рис.3), імовірно дозволить продемонструвати практичну працездатність комутаторів оптичних сигналів на основі консольного кріплення БПЕП, також за допомогою цього макету будуть проведені натурні експерименти та зняті необхідні характеристики, які надалі знайдуть застосування під час виконання магістерської роботи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Рябцов О.В. Комутатори оптичних сигналів [Текст] / Г. С. Гайворонська, О. В. Рябцов // Науково-технічний збірник «Холодильна техніка та технологія». – Одеса. – 2009. – № 2 (118). – С. 55-59.
2. Дмухайлов Д.Д., керівник Рябцов О.В. Вдосконалення оптичних комутаторів [Текст] // Матеріали II науково-технічної конференції молодих вчених «Інновації та технології на морському та внутрішньому водному транспорті (ІтаТМВВТ-2022)». - Одеса, Національний університет «Одеська морська академія» 2022. - С. 14-15.
3. Дмухайлов Д.Д. Оптична комутація сигналів в суднових інформаційних системах [Текст] / О.В.Рябцов, Д.Д. Дмухайлов // Матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 22.11.2022 - 23.11.2022. - Одеса: НУ «ОМА», 2023. - С. 10-13.
4. Дмухайлов Д.Д., керівник Рябцов О.В. Дослідження п'єзоелементів біморфних пластин [Текст] // Матеріали III науково-технічної конференції молодих вчених «Інновації та технології на морському та внутрішньому водному транспорті (ІтаТМВВТ-2023)» 22.11.2023-23.11.2023. - Одеса: НУ ОМА, 2023. – С.26-29.

*Дмухайлов Даниїл Дмитрович*  
здобувач другого рівню освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [daniildmukhailov@gmail.com](mailto:daniildmukhailov@gmail.com)

*Науковий керівник Рябцов Олександр Васильович*  
к.т.н., доцент кафедри електрообладнання і автоматики суден  
Національного університету «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [alex.ryabtsov@gmail.com](mailto:alex.ryabtsov@gmail.com)



УДК 621.396.2

## СУПУТНИКОВА СИСТЕМА BeiDou ТА ЇЇ РОЛЬ У ГЛОБАЛЬНІЙ МОРСЬКІЙ СИСТЕМІ ЗВ'ЯЗКУ У РАЗІ ЛИХА

Пашенко О.Л.

Національний університет «Одеська морська академія»

Система BeiDou складається з супутникового, наземного та користувацького сегментів. Повне орбітальне сузір'я супутників BeiDou (BeiDou-3) складається з 62 супутників, що розташовані на геостаціонарній орбіті BeiDou-G (GEO) на середній навколосеземній орбіті BeiDou-M (MEO) та похилих геосинхронних орбітах (IGSO) (через нахил орбіти супутник рухається по «вісімці», у верхній та нижній частинах цієї «вісімки» супутник проводить більше часу) (рис. 1) [1].

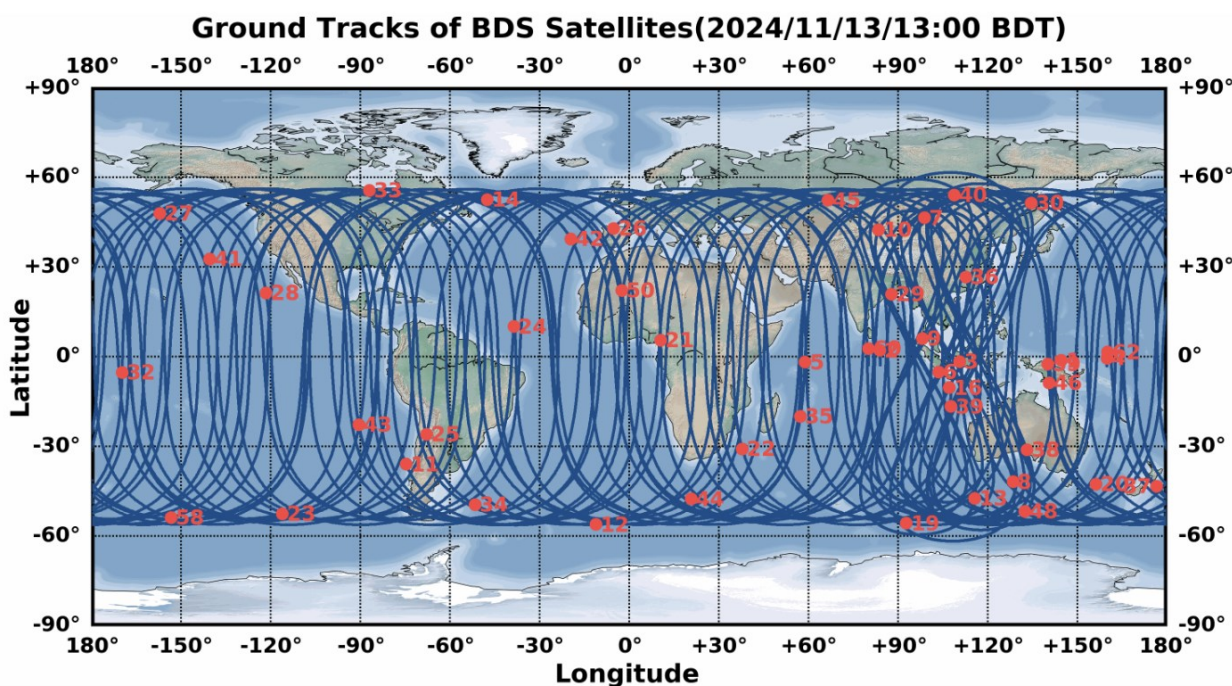


Рисунок 1 – Траєкторія руху та розташування супутників BeiDou

Наземний сегмент включає в себе: головний та резервний контрольний центр (MCS), центр управління місіями (MCC) та наземні канали зв'язку. Зв'язок між супутниками та головними контрольними станціями (MCS) здійснюється через канали у С-діапазоні. MCC з'єднаний із постачальниками морської навігаційної інформації (MSI) та Координаційними центрами порятунку (RCCs) через виділені канали зв'язку та публічні мережі [2].

Можна виділити три основні сфери застосування супутникової системи BeiDou:

1. Навігаційна система
2. Авторизований постачальник послуг зв'язку
3. Частина середньоорбітального угруповання супутників що співпрацює з системою

Cospas-Sarsat.

BeiDou – це, в першу чергу, глобальна навігаційна супутникова система. Вона надає дані позиціонування, навігації та часу по всьому світу. Запуск навігаційної системи BeiDou здійснювався у 3 етапи: першим етапом було надання послуг внутрішнім користувачам, другим - розширення навігації на Азійсько-Тихоокеанський регіон, а третім, BeiDou-3,

завершеним у липні 2020 року,- охоплення покриттям і надання послуг у всьому світі. Надалі планується розгортання новітньої BeiDou-3, яка забезпечуватиме навігацію в будівлях, під водою і навіть у космосі.

На 106 сесії Комітету з безпеки на морі Міжнародної морської організації (ІМО), що відбулася 2–11 листопада 2022 року в Лондоні, була прийнята [3] про затвердження Системи повідомлень BeiDou (BDMSS – BeiDou Message Service System) для використання у Глобальній морській системі зв'язку при лиху (ГМЗЛБ). Супутникова система отримала статус регіональної за рахунок обмеженої зони покриття, що охоплює території Азії та Західної частини Тихого океану. Система забезпечує надійний супутниковий зв'язок і безперервну передачу сигналів лиха в межах координат (рис.2):

- Довгота: 75°E до 135°E
- Широта: 10°N до 55°N.

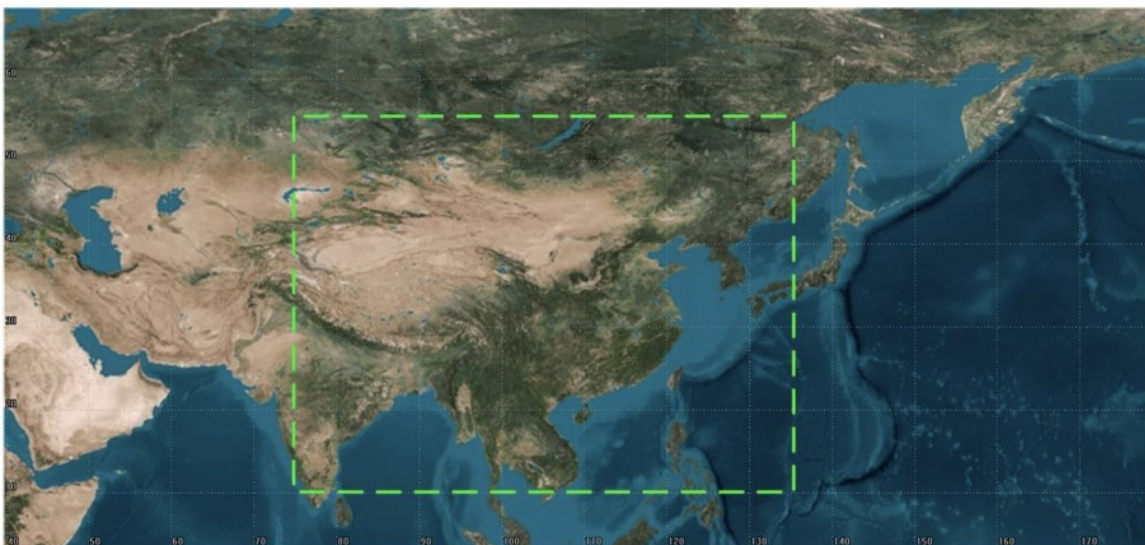


Рисунок 2 – Зона покриття BDMSS

З моменту впровадження Регіональної служби коротких повідомлень (RSMC) у 2003 році, Система повідомлень BeiDou (BDMSS) забезпечує стабільні й надійні послуги обміну повідомленнями, звітами про місцезнаходження та трансляції для регіону Азіатсько-Тихоокеанського регіону.

У листопаді 2022 року на 31 засіданні Ради Cospas-Sarsat була підписана Декларація про наміри між співпрацюючими агентствами Міжнародної програми Cospas-Sarsat та Адміністрацією морської безпеки Китаю щодо співпраці в рамках середньоорбітальної системи пошуку та порятунку (MEOSAR) [4].

У результаті угруповання MEOSAR було розширено завдяки інтеграції шести супутників BeiDou GNSS, що значно підвищило його можливості. До цього учасниками програми стали супутникова система GPS, ГЛОНАСС та Galileo.

## ЛІТЕРАТУРА

1. China Satellite Navigation Office. Режим доступу: <https://www.csno-tarc.cn/performance/track>
2. DEVELOPMENTS IN GMDSS SATELLITE SERVICES. Recognition of BeiDou Message Service System as a GMDSS Service provider. Режим доступу: [https://api.cept.org/documents/fm-58/56423/fm58-19-info35\\_recognition-of-beidoumessage-service-system-as-gmdss-service-provider](https://api.cept.org/documents/fm-58/56423/fm58-19-info35_recognition-of-beidoumessage-service-system-as-gmdss-service-provider)
3. RESOLUTION MSC.529(106) (adopted on 7 November 2022). STATEMENT OF RECOGNITION OF MARITIME MOBILE SATELLITE SERVICES PROVIDED BY CTIC THROUGH BDMSS. Режим



доступу: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.529\(106\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.529(106).pdf)

4. Information Bulletin. Режим доступу: <https://www.cospas-sarsat.int/en/documents-pro/documents/information-bulletin-doc>

*Пашенко Олена Леонідівна*  
магістр, старший викладач,  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [olena.p.3333@gmail.com](mailto:olena.p.3333@gmail.com);  
[olenaukradioledy@gmail.com](mailto:olenaukradioledy@gmail.com)

УДК 621.1

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ПАРИ В КОТЛОАГРЕГАТІ LOGANO

Гунія Н.О.

Національний університет «Одеська морська академія»

Ця стаття присвячена розробці автоматизованої системи управління паровим котлом Logano SND 615. Виконано аналіз, моделювання та вибір основних технічних рішень для автоматизації роботи котла. Особливу увагу приділено розробці математичної моделі, вибору датчиків і виконавчих механізмів, а також створенню програмного коду для контролера і системи візуалізації.

Logano SND 615 — сучасний паровий котел середньої потужності, який застосовується для виробництва технологічної пари. Система має складну теплотехнічну структуру, що включає основні теплообмінники, конвекційні і радіаційні секції. Важливим аспектом є визначення його основних експлуатаційних характеристик, які враховуються під час побудови моделі управління. [1]

Для моделювання динаміки роботи котла було створено математичну модель, яка враховує вплив основних параметрів (тиск, температура, витрати палива та повітря). Використано підхід диференціальних рівнянь, які описують теплотехнічні процеси. Застосування цієї моделі дозволило більш точно імітувати реальні процеси в котлі та оптимізувати параметри управління.

Рівняння динаміки котла як ОР рівня води: [2]

$$T_a T_2 p^2 \varphi_y + T_a p \varphi_y = T_2 p \mu + \mu - T_2 p \lambda - \lambda + k_2 T_a p \lambda \quad (1)$$

З рівняння (1) видно, що ПК як ОР рівня води - складний двохемісний нейтральний об'єкт. Коефіцієнти рівняння динаміки (1) можуть бути визначені аналітично, використовуючи наступні вирази:

$$k_2 = \frac{\varphi_{ст}}{\lambda_0} \quad T_a = \frac{F(\gamma' - \gamma'')\Delta H_{\max}}{D_{\max}} \quad T_2 = \frac{V_{п.п} \gamma' k_2}{D_{\max}}$$

де: F - площа дзеркала випару;  $\gamma'$  и  $\gamma''$  - щільність відповідно котельної води і перегрітої пари; H – рівень води; D – витрата пари;  $k_2$  - безрозмірний коефіцієнт посилення;  $V_{п.п}$  – об'єм пари під дзеркалом випару; Рівняння динаміки котла як ОР тиску пари: [2]



$$\left(\frac{\partial G_{\phi}}{\partial \alpha}\right)_0 \alpha_n \lambda + \left(\frac{\partial G_c}{\partial m_c}\right)_0 m_{c,n} \mu + \left(\left(\frac{\partial G_{\phi}}{\partial P_m}\right)_0 + \left(\frac{\partial G_c}{\partial P_m}\right)_0\right) P_{m,n} \varphi = 0$$

$G_n$  – продуктивність паливного насоса;  $G_{\phi}$  - Витрата палива в топку котла через форсунку;  $G_c$  - Витрата палива через зливний паливний клапан;  $P_m$  – тиск палива (регульований параметр);  $\alpha$  – кут повороту регулюючого паливного золотника;  $m_c$  - Ступінь відкриття зливного паливного клапана.

Автоматизація процесу керування досягається завдяки впровадженню системи, яка дозволяє підтримувати оптимальні параметри. У розробленій системі передбачені контури регулювання подачі палива, повітря та води. Контури побудовані на основі ПІД-регуляторів, налаштування яких виконано за результатами моделювання.

На основі аналізу технічних характеристик котла та вимог до системи керування обрано відповідні датчики (тиску, температури, витрати) та виконавчі механізми. Їх функціонал забезпечує високу точність вимірювання і контроль за критичними параметрами котла, що є важливим для стабільної та безпечної роботи системи.

Програмне забезпечення для контролера створено з використанням мови програмування для ПЛК. Логіка контролера передбачає інтеграцію модулів управління контурами, обробку сигналів від датчиків і виконання команд для виконавчих механізмів. В основі системи лежить концепція керування в реальному часі.

Для забезпечення моніторингу і аналізу роботи котла розроблено систему візуалізації, яка відображає основні параметри

Таблиця 1 – Компоненти системи керування парового котла Logano SND 615

Контролер	Центральний елемент керування, що виконує алгоритми управління
Датчики тиску	Вимірюють тиск в системі для контролю режимів роботи
Реле рівня	Забезпечують контроль рівня води в паровому барабані
Виконавчі механізми	Клапани, що регулюють потоки палива та води
Система візуалізації	Інтерфейс оператора, що відображає дані та дозволяє керувати параметрами
Насоси	Забезпечують подачу води та палива у систему відповідно до необхідних режимів

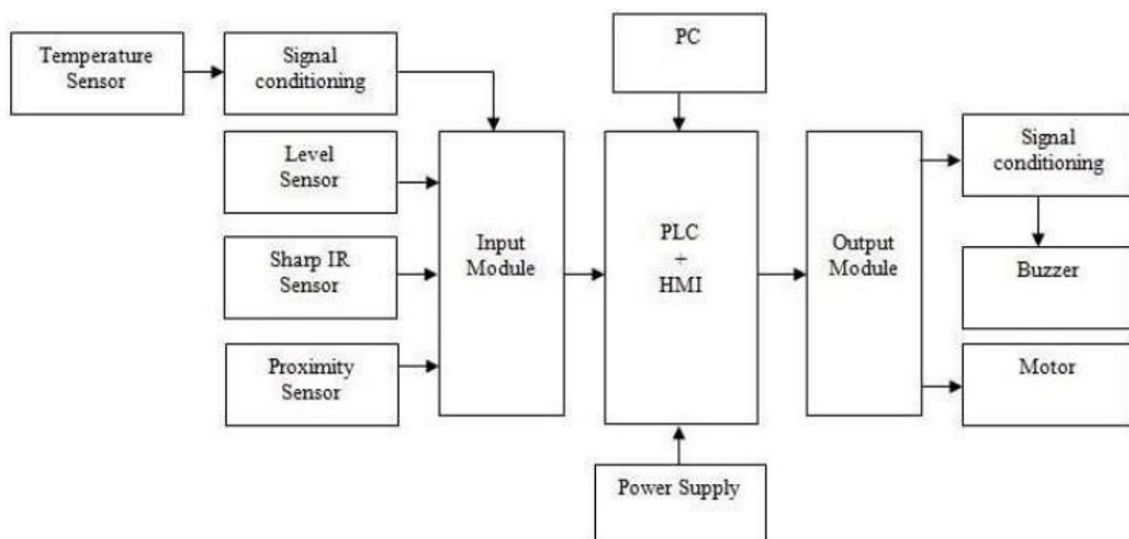


Рисунок 1 – Структурна схема системи регулювання Котла [3]

SCADA-система складається з таких основних елементів:

Котел – джерело теплової енергії для виробництва пари, яка використовується на борту судна для різних потреб.

Регулятор – центральний елемент керування, що забезпечує підтримку встановлених параметрів котла.

Контури регулювання – охоплюють різні аспекти роботи котла: контур тиску, контур рівня води та контур подачі повітря.

Виконавчі механізми – забезпечують виконання команд від регулятора та змінюють параметри системи.

Мотор – контролює подачу повітря і може використовуватися для управління тягою або швидкістю подачі води.

Уставка – цільове значення параметра, що задається оператором або обчислюється автоматично.

Параметри регулятора – коефіцієнти та налаштування, які визначають чутливість та швидкість реакції регулятора.

Графічне представлення – SCADA-система будує графіки для візуалізації змінюваних параметрів у реальному часі, що дозволяє оператору спостерігати за ефективністю роботи системи (рис.2).

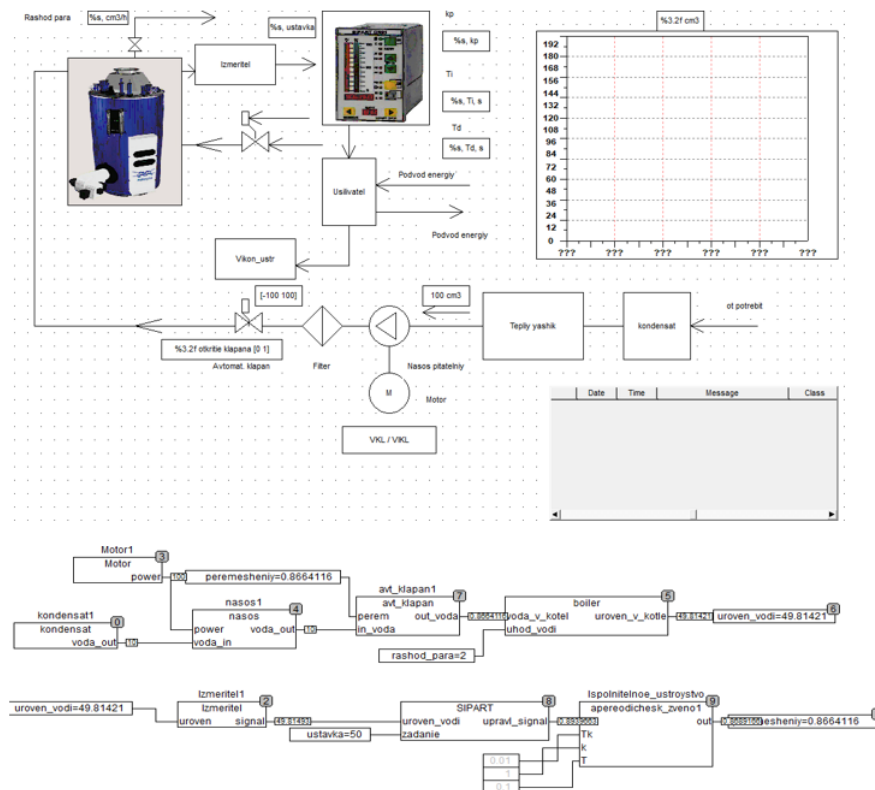


Рисунок 2 – SCADA система керування котловим агрегатом

**Висновки.** Розробка та впровадження SCADA-системи для судового котла дозволяє не лише автоматизувати управління, але й підвищує надійність роботи всієї системи завдяки чітко налагодженим контурам регулювання, зручній візуалізації даних і гнучкості налаштувань.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Документація для проектування Logano SHD/SND615, SHD815, SHD915– buderus 12/2004 –





97 с.

2. Журенко М.О., Таранчук Н.В. "Технічні засоби автоматизації суднових енергетичних установок": Підручник для вузів. - М.: Транспорт, 1990. – 319 с.
3. CF Wang, YB Qiu, "The automatic control system of circulatory fluidized-bed boiler based on programmable control technology," Manufacturing Automation, vol.18, pp.34- 43, April ,2014.
4. Горб С.І. Моделювання суднових енергетичних установок і систем управління: Навчальний посібник. - М.: Мортехінформреклама, 1993. – 68 с.
5. Горб С.І, Верлатій М.І., Сандлер А.К. Методика Виконання дипломних робіт и проектів: Навчальний посібник. - ОНМА, 2006. – 60 с.

*Гунія Нікіта Олександрович*  
здобувач другого ріню вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [nikiguniya@gmail.com](mailto:nikiguniya@gmail.com)

УДК 004.056.5/946.5:656.61

## НАСЛІДКИ ЗАГРОЗ У СУДНОВОМУ КІБЕРПРОСТОРІ

**Макаренко Ю.Ю.**

Національний Університет «Одеська Морська Академія»

Незалежно від мети і мотивації для нападу на судно або флот, учасники загрози матимуть результат, який вони намагаються досягти. Ці наслідки можуть бути спрямовані на загальний бізнес, судно або судно підсистеми і згруповані в наступні категорії:

–зруйнування - приклади можуть включати в себе знищення вантажу, судна або порту таким чином, щоб вони більше не доступні для використання;

–деградація - приклади можуть включати вплив на швидкість або маневреність судно, можливість точного переміщення або чітке спостереження за місцевим середовищем до того моменту, коли здатність судна працювати суттєво знижується;

–відмова - приклади можуть включати в себе відмову в доступі до систем судноплавства або інформація / дані, можливо, з таких причин, як вимагання для отримання фінансової вигоди або монтувати фізичну атаку на судні для викрадення та викупу;

–затримка - приклади можуть включати затримку своєчасної експлуатації судна або судна підсистеми, здатні вплинути на ділову операцію або викликати покарання;

–визначення - приклади можуть включати вплив на бізнес від певної роботи райони Світового океану, що працюють на певних ринках або доступ до конкретних портів з комерційної точки зору;

–виявлення - приклади можуть включати виявлення людей, місцезнаходження вантажу або судна і відслідковувати таке, що запланована фізична крадіжка або маніпулювання вантажем може зайняти місце;

–відволікання - приклади включають в себе можливість змінювати стан датчика, щоб забезпечити відволікання під час вилучення даних інформації;

Наведені приклади не є вичерпними, а відповідні ефекти підбираються, коли розглядаючи загрозу виконавця і мотивацію будь-якої атаки.

**Висновки.** Кіберзагрози на судна можуть призвести до різноманітних негативних наслідків, які охоплюють зруйнування, деградацію операційних можливостей, відмову в доступі до систем та затримку експлуатації. Крім цього, існує ризик виявлення конфіденційної



інформації або маніпуляцій з вантажем. Описані категорії наслідків підкреслюють важливість належного управління кібербезпекою для зменшення ризиків і захисту судноплавних операцій від загроз.

### ЛІТЕРАТУРА

1. С. А. Михайлов Методи аналізу рівня експлуатаційної кібербезпеки судових інформаційних систем / С. А Михайлов, Ю.С. Шевцов // Судовождение: Сб. науч. трудов / НУ "ОМА", - Вып. 26. – Одесса: ВидавІнформ, 2016. – с. 166-176.

2. Михайлов С. А., Шевцов Ю.С. Структура защиты информации в Международной гидрографической организации. - В кн.: Информационные управляющие системы и технологии, Проблемы и решения. - Одесса: изд-во "Экология". - 2019. - 244 с. (С. 86-99).

3. Михайлов С. А. Міжнародні вимоги американського бюро судноплавства до стандартів кібербезпеки морських автоматизованих систем / Михайлов С. А., Шевцов Ю.С., Харченко Р. Ю. // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні управляючі системи та технології» 24 - 26 вересня 2020, – Одеса: ОНМУ, 2020. С. 82-84.

*Макаренко Юрій Юрійович,  
здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м.Одеса;  
e-mail: [yursj.makarenko@gmail.com](mailto:yursj.makarenko@gmail.com)*

*Науковий керівник: Михайлов Сергій Анатолійович  
д.т.н., професор кафедри електричної інженерії та електроніки  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [more.onma@gmail.com](mailto:more.onma@gmail.com)*

УДК 004.056.5/946.5:656.61

### СТРУКТУРА СУДНОВОГО КІБЕРСЕРЕДОВИЩА

**Ципа А. В.**

Національний Університет «Одеська Морська Академія»

Кібербезпеку можна визначити як "збір інструментів, політики, концепцій безпеки, гарантій безпеки, керівних принципів, підходів до управління ризиками, дій, навчання, найкращої практики, гарантій та технологій, які можуть бути використані для захисту кіберсередовища, а також організації та активності користувачів". Атрибути кібербезпеки зображені на рис. 1.

В рамках даного визначення "кібернетичне середовище" включає взаємозв'язкові мережі як ІТ, так і кібер-фізичні системи, що використовують електронні, комп'ютерні та бездротові системи, додаючи інформацію, послуги, соціальні та ділові функції, які існують тільки в кіберпросторі. На судні комп'ютерні системи складають діапазон компонентів інформаційних технологій (наприклад, персональні комп'ютери (ПК), ноутбуки, планшетні пристрої, сервери та мережеві компоненти, такі як маршрутизатори та комутатори тощо) і операційні технології (наприклад, системи управління, датчики, виконавчі пристрої, радар тощо).

"Організація та засоби користувача" включають в себе пов'язані обчислювальні пристрої, персонал, інфраструктуру, додатки, послуги, телекомунікаційні системи та сукупність даних які в кібер-середовищі.

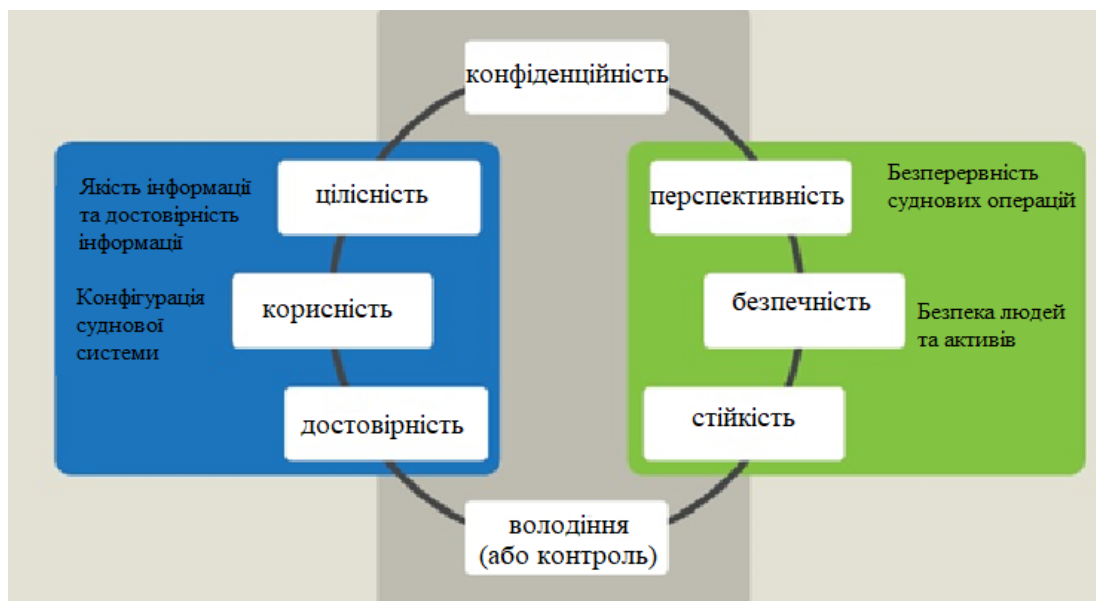


Рисунок 1 – Атрибути кібербезпеки

Різномодовий загрози кіберзахисту означає, що немає єдиного підходу, здатної вирішувати всі отримані ризики. Швидкість зміни технології та постійний потік серйозних вразливостей в операційних системах, бібліотеках програмного забезпечення та програм, означає, що будь-яку стратегію потрібно регулярно переглядати.

В морському середовищі може існувати безліч пристроїв на базі ІТ, привезених на судно, наприклад прилади, що належать персоналу судна або береговим підрядникам. Характер цих пристроїв та їх відносна кібергігієна може мати суттєвий вплив на кібербезпеку судна, особливо якщо вони пов'язані з чутливою комунікацією чи інфраструктурою мережі всередині судна або критичною системою судна.

**Висновки.** Кібербезпека в морському середовищі є складною та багатогранною системою, яка включає як інформаційні, так і кібер-фізичні системи на борту суден. Постійні технологічні зміни та розвиток нових загроз вимагають від судових операторів регулярного оновлення та перегляду стратегій кіберзахисту. Особливу увагу слід приділяти вразливостям, які виникають через використання персональних та сторонніх ІТ-пристроїв на борту. Необхідно впроваджувати підходи до управління ризиками, орієнтовані на захист критичних судових систем, а також забезпечувати високу кібергігієну всіх користувачів. Різноманітність кіберзагроз підкреслює важливість комплексного підходу до кібербезпеки, який охоплює як технічні, так і організаційні заходи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Курилов Ф. М. Моделирование систем защиты информации. Приложение теории графов [Текст] // Технические науки: теория и практика: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2016 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый, 2016. — С. 6-9. — URL <https://moluch.ru/conf/tech/archive/165/9766/>.

2. Ганиев А. А., Касимова Г. И. Анализ моделей и алгоритмов обнаружения компьютерных атак на основе положений политики безопасности // Молодой ученый. — 2016. — №9. — С. 54-57. — URL <https://moluch.ru/archive/113/29266/>.



3. ABS CyberSafety™, 27 July 2016 SOCP Webinar, John Jorgensen Director, Cyber and Software American Bureau of Shipping
4. Training course on maritime cyber security.
5. <https://www.ics-shipping.org/wp-content/uploads/2021/02/2021-Cyber-Security-Guidelines.pdf>

**Цуна Артем Володимирович,**  
здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса;  
e-mail: [tema.vladimirowitch2016@gmail.com](mailto:tema.vladimirowitch2016@gmail.com)

**Науковий керівник: Михайлов Сергій Анатолійович**  
д.т.н., професор кафедри електричної інженерії та електроніки  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [more.onma@gmail.com](mailto:more.onma@gmail.com)

УДК 004.056.5/946.5:656.61

## МОЖЛИВІ ВИДИ КІБЕРАТАК У СУДНОВОМУ ІТ-СЕРЕДОВИЩІ

**Макаренко Ю.Ю.**

**Полюшин Я.О.**

Національний Університет «Одеська Морська Академія»

Загалом, існує дві категорії кібератак, які можуть вплинути на судно:

–нецільові атаки, коли компанія чи система судна, або дані є однією з багатьох потенційних цілей;

–цілеспрямовані атаки, де передбачена мета компанії або систем судна та даних.

Нецільові атаки, скоріш за все, будуть використовувати інструменти та методи, доступні в Інтернеті, які можуть бути використані для пошуку, виявлення та використання широко розповсюджених вразливостей, які також можуть існувати в компанії і на борту судна.

Приклади деяких інструментів і технік, які можуть бути використані в них:

–Шкідливе програмне забезпечення: зловмисне програмне забезпечення, призначене для доступу або пошкодженню комп'ютера без знання власника. Існують різні типи шкідливих програм, включаючи трояни, шпигунські програми, віруси та хробаки. Викуп виплачений. Зловмисне програмне забезпечення також може використовувати знайомі недоліки та проблеми в застарілому програмному забезпеченні. Термін "exploit" звичайно означає використання програмного забезпечення чи код, який призначений для використання та маніпулювання проблемою іншого комп'ютерного програмного забезпечення або апаратного забезпечення. Ця проблема може бути, наприклад, помилкою коду, вразливості системи, неправильного дизайну, несправністю апаратного забезпечення та помилкою в протоколі. Ці вразливості можуть бути використані віддалено або спрацьовувати локально. На місцевому рівні шматочок шкідливого коду може часто виконуватися користувачем, іноді через посилання розповсюджується у вкладення електронної пошти або через шкідливі веб-сайти.



–Соціальна інженерія: нетехнічна техніка, що використовується потенційними кібер-атакуючими маніпулювання інсайдерськими особами у порушенні процедур безпеки, як правило, але невиключно через взаємодію через соціальні мережі.

–Фішинг: відправка електронних листів на велику кількість потенційних цілей, що вимагають певних частин конфіденційної інформації. Такий лист також може вимагати відвідування особи підроблений веб-сайт за допомогою гіперпосилання, що міститься в електронному листі.

–«Водне полювання»: створення підроблених веб-сайтів або компрометування справжнього веб-сайту для експлуатації відвідувачів.

–Сканування: випадковий напад на великі частини Інтернету.

Цільові атаки можуть бути більш витонченими та використовувати спеціально створені інструменти та методи націлювання на компанію чи судно. Приклади інструментів і технік, які можуть бути використані в них обставини включають:

–Груба сила: атака намагається підібрати багато паролів з надією нарешті вгадати правильний. Зловмисник систематично перевіряє всі можливі паролі, доки він не буде правильним знайдено.

–Відмова в обслуговуванні (DoS): запобігає доступу законних і авторизованих користувачів. Інформація, як правило, підтоплена в мережі з даними. Атака контролює кілька комп'ютерів і / або серверів для здійснення DoS-атаки.

–Фальсифікація списами: як фішинг, але часто ці люди індивідуально орієнтовані на особисті листи що містить шкідливе програмне забезпечення або посилання, які автоматично завантажують зловмисне програмне забезпечення.

–Переналадження ланцюга постачання: атакування компанії чи судна шляхом компрометування обладнання; програмне забезпечення або допоміжні послуги, які доставляються компанії чи судну.

Наведені вище приклади не є вичерпними. Інші методи розвиваються, наприклад, висвітлюючи законний берег співробітник в судноплавній компанії, щоб отримати цінні відомості, які можуть бути використанні для подальшої атаки. Потенційне число і складність використовуваних інструментів та методів в кібер-атаках продовжують розвиватися і обмежуються лише винахідливістю цих організацій і особи, що розвивають їх.

Будь-який із таких суб'єктів загрози однаково важливий для:

- елементів розташованих систем суден дистанційно;
- інформації про судно / дані, що зберігаються на зовнішніх серверах;
- послуг, наданих третьою особою;
- ланцюгом постачання судна.

Розглядаючи потенційні загрози від перерахованих вище ворожих груп, це важливо визнати, що може існувати певна конвергенція між цілями і завданнями окремих груп. Наприклад, деякі шкідливі програми, розроблені кіберзлочинними бандами включають в себе складну функцію керування, що дозволяє безпечно ексфільтрацію інформації та оновлення модульних компонентів для надання нових або різноманітних експериментів через деякий час.

Таким чином, машина чи пристрій, що спочатку була скомпрометовано за фінансові злочини, могло використовуватись в майбутньому для доступу до конфіденційних даних або для забезпечення секретності, щоб дозволити здійснити напади на саме судно.

**Висновки.** Кібератаки, спрямовані на судна, можуть бути як випадковими, так і цілеспрямованими, використовуючи широкий спектр методів від простих інструментів до





складних спеціалізованих атак. Незалежно від типу атаки, судна і компанії мають піддаватися ризикам, пов'язаним із вразливостями в програмному забезпеченні, ланцюгами постачання та дистанційно керованими системами. Це підкреслює важливість запобігання кіберзагрозам і підвищення готовності до таких атак, щоб захистити не лише фінансову інформацію, але й операційну стабільність суден.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Допіра М.В., Шевцов Ю.С. Проблеми зростання кібератак на морську індустрію [Текст] / Допіра М.В., Шевцов Ю.С.// Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 23.11.2021 - 24.11.2021. – Одеса: НУ «ОМА», 2021. – С. 139-141.
2. Михайлов С.А., Шевцов Ю. С., Сочинський Д.Р. Конфігурація системи кібербезпеки судна та бортового персоналу. [Текст] / Михайлов С.А., Шевцов Ю. С., Сочинський Д.Р.// Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 23.11.2021 - 24.11.2021. – Одеса: НУ «ОМА», 2021. – С. 120-123.
3. Шевцов Ю.С., Чуйко Я.І. Багаторангова стратегія захисту судна від кібератак [Текст] / Шевцов Ю.С., Чуйко Я.І.// Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 23.11.2021 - 24.11.2021. – Одеса: НУ «ОМА», 2021. – С. 141-143.

*Макаренко Юрій Юрійович,  
здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м.Одеса;  
e-mail: [yursj.makarenko@gmail.com](mailto:yursj.makarenko@gmail.com)*

*Полюшин Ярослав Олександрович,  
здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м.Одеса;  
e-mail: [timoshkindr1m@gmail.com](mailto:timoshkindr1m@gmail.com)*

*Науковий керівник: Михайлов Сергій Анатолійович  
д.т.н., професор кафедри електричної інженерії та електроніки  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [more.onma@gmail.com](mailto:more.onma@gmail.com)*

УДК 621.3

## ОСОБЛИВОСТІ УСТРОЮ ТРИФАЗНИХ МЕРЕЖ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ КЛАСИФІКАЦІЙНОГО ТОВАРИСТВА ABS

**Герман О.О.**

Національний Університет «Одеська Морська Академія»

Велика кількість фахівців, яка займається експлуатацією суднового електромеханічного обладнання, працює на суднах іноземних компаній, побудованих у відповідності до вимог різних класифікаційних товариств, наприклад Регістр Ллойда (LR), Американського бюро судноплавства (ABS) та інших [1]. Фахівці часто стикаються з деякими особливостями побудови систем електропостачання, зокрема з невідповідністю частоти мережі живлення та



рівня напруги вітчизняним. Це обумовлено низкою причин. До 1991 року переважна більшість морських суден будувалась на замовлення СРСР у кооперації з країнами РЕВ (Рада Економічної Взаємодопомоги). При цьому дотримувались вимог Російського морського реєстра судноплавства, які були уніфіковані та відповідали вимогам стандартів СРСР в частині рівнів напруг, частоти мережі та суднового електрообладнання. Після 1991 року на суднобудівних заводах країн Європи відбувається домінування стандартів Федеративної Республіки Німеччини DIN (німецьким інститутом по стандартизації), під впливом яких у травні 1997 року нормами DIN IEC 60038 був визначений всесвітній перехід трифазних низьковольтних контактних електричних мереж і мереж електропостачання з напруг 220/380 В і 240/415 В на єдину напругу 230/400 В. Цей перехід закінчився у січні 2003 року. До основних параметрів мережі живлення відносяться номінальна напруга і частота мережі. Номінальні значення цих параметрів закріплені міжнародними угодами.

У відповідності до вимог DIN IEC 60038 під час перехідного періоду допускалось мати різні відхилення від норми, які представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Уніфікація рівнів напруг і допустимих відхилень від норми у відповідності до вимог IEC 60038

Роки	Номінальні напруги	Допустимі відхилення
До 1987	220 В/380 В	-10 % ... +10 %
1988 - 2003	230 В/400 В	-10 % ... + 6 %
після 2003	230 В/400 В	-10 % ... +10 %

Норми міжнародної електротехнічної комісії мають характер рекомендацій і повинні бути підтверджені національними стандартами.

Якщо з вимогами IEC 60038 все зрозуміло, то з питаннями особливостей систем електропостачання у США і нормами ABS необхідно розібратись.

При вивченні розділу «трифазні кола змінного струму» відзначається, що трифазні кола мають цілу низку переваг перед однофазними, а саме скорочення провідникових матеріалів з'єднувальних ліній (повітряних (ПЛ) і кабельних (КЛ)); можливість приєднання до трифазної мережі однофазних приймачів, що робить недоцільним створення на підприємствах однофазних відокремлених мереж; пристрої для створення трифазних синусоїдних ЕРС є більш простими; можливість використання більш надійних і дешевих асинхронних машин. Підкреслюється, що частота мережі живлення в більшості країн Європи й Азії – 50 Гц, а в США, Японії та Південній Кореї – 60 Гц. Розглядаються основні схеми з'єднання трифазних кіл «зірка» и «трикутник», а також приводяться основні співвідношення між лінійними і фазними напругами (струмами) для них. При цьому, основна увага приділяється саме вітчизняному досвіду експлуатації трифазних кіл [2].

**Мета роботи** – показати особливості устрою трифазних кіл у відповідності до вимог Американського бюро судноплавства (ABS).

По-перше, треба зупинитися на питанні мережі живлення. Існує декілька точок зору і кожна з них має під собою серйозні теоретичні підґрунтя. Частота струму в мережі могла бути прийнятою в межах від 25 до 133 Гц. Історично склалось так, що перший стандарт про змінний струм був прийнятий саме в США під впливом Н. Тесла, який в той час був науковим консультантом фірми «Westinghouse» - конкурента фірми Т. Едісона, він настояв на 60 Гц, оскільки ця цифра вписувалась в систему визначення часових характеристик змінного струму, зокрема періоду. В Європі частота 50 Гц була прийнята згодом за рекомендаціями російського вченого М. Й. Доліво-Добровольського – наукового консультанта німецької фірми «SIEMENS». З того часу між ними відбувається приховане змагання за «пальму першості», бути «законодавцем мод» і запроваджувати «know how» в галузі електротехнологій [4,5].

Насправді це довільне технічне рішення. Ніякої суттєвої різниці з точки зору виробництва електричної енергії така зміна частоти не надає. Однак при зростанні частоти декілька збільшуються втрати енергії в лінії електропередачі, які пов'язані з нагріванням і вихровими струмами. Величина цих втрат є невеликою, але при зменшенні частоти з 60 до 50 Гц відбувається їх зниження на 30%. Подальше зниження частоти небажано, оскільки починають зростати габарити деяких електротехнічних пристроїв, а при частоті 25-30 Гц помітно підсилюється мигтіння ламп розжарювання.

При збільшенні частоти мережі живлення необхідно робити конструкцію генераторів більш міцною, але збільшувати її до нескінченності неможливо, тому що у будь-яких конструкційних матеріалів є межа. Наприклад, при частоті 60 Гц зношування підшипників турбін вище, та як наслідок, вища й ймовірність аварії. Таким чином, частота 50 – 60 Гц – компромісний варіант багатьох технічних обмежень.

Більше високі частоти, наприклад 400 Гц, використовуються, як правило, в бортових мережах повітряних суден (літаків). Так, при збільшенні частоти зменшуються вага і габарити трансформаторів і виконавчих електродвигунів. Як правило, виконавчі двигуни – малопотужні, а основні системи керування на повітряних суднах є електрогідравлічними. Їх основна мета - забезпечення значних вихідних зусиль при помірному електричному сигналі.

Ще одним важливим питанням є питання електромагнітної сумісності. Наприклад, в Японії історично склалось так, що одна половина країни має мережу живлення 50 Гц, а друга – 60 Гц. Так, після аварії на атомній електростанції (АЕС) у м. Фукусіма і відключення більшості сусідніх АЕС в країні виникли проблеми з електропостачанням постраждалих районів. Між мережами з різною частотою встановлено станцію перетоку потужності, де відбувається перетворення енергії, але її потужність була розрахована на балансування навантажень в нормальному режимі, а не в аварійному режимі.

Отже, вибір між 50 і 60 Гц є більш-менш довільним, але важливо, щоб частота мережі живлення була однаковою для переважної більшості країни.

Необхідно звернути увагу, що невідповідність частоти мережі для морських суден, побудованих у відповідності до вимог ABS, може стримувати дотримання норм конвенції MARPOL 73/78, що стосується викидів з них, а саме при приєднанні до берегових електричних мереж з іншою частотою. Для цього причальні споруди повинні мати спеціальне електрообладнання для забезпечення електромагнітної сумісності (потужні перетворювачі частоти).

По-друге, одним з важливих питань є величина робочих напруг у мережах. У 1878 році Т. Едісон винайшов електричну лампу розжарювання з вугільною ниткою. Розрахунковим шляхом винахідник визначив оптимальну напругу для ламп цього типу – 100 В. Ще 10% він урахував для покриття втрат напруги в з'єднувальних дротах.

З тих пір довгий час використовувалась напруга 100-127 В. Однак в середині 60-х років ХХ століття при збільшенні кількості споживачів мережа не змогла з цим впоратись. Варто відзначити, що при використанні більш низької напруги в пристроях з однаковою потужністю споживаний струм буде більшим, що призведе до збільшення втрат при передаванні енергії у відповідності до закону Джоуля-Ленца. Так, втрати енергії в таких мережах в чотири рази нижчі, ніж в мережах з 110 В. Тому для зниження втрат необхідно було збільшувати або перетин провідників, або напругу в мережі. Економічно доцільним виявився варіант використання більшої напруги. Наступна глобальна електрифікація призвела до того, що стандарт 220 В з частотою 50 Гц став пануючим на території колишнього СРСР.

Чому ж тоді США, не дивлячись на всю очевидність переваг більш високої напруги, не перейшли на 220 В? Відповідь приховується в економічній не вигідності таких реформ, а саме:

- мережа 110-127 В це можливість боротьби з імпортом техніки;
- ураження електричним струмом при 110 В є слабкішим, ніж при 220 В (багато залежить від часу впливу струму);

- перехід на «нову» мережу – це великі витрати на перебудову підстанцій та іншого електроустаткування.

Розглянемо конкретні схеми трифазних кіл. В європейських та вітчизняних системах електропостачання з'єднання в трифазних колах відбувається за допомогою трьох або чотирьох провідників [2].

Почнемо з того, що у США в мережі може бути, як 120 В, так і 240 В. Чому це відбувається? Звідки вони виникають і чому одна з них удвічі вища за іншу?

У 1880 році Т. Едісон запатентував технологію передавання енергії *постійного* струму з напругою, для якої необхідно було три дроти: *нульовий, позитивний і негативний* [4,5]. Робочий ресурс лампи розжарювання складав 1200 год. Іншу подібну технологію, але вже *змінного* струму почав першим просувати Дж. Вестінгауз, який вказав на дуже великі втрати енергії в мережі постійного струму. Запропонована Вестінгаузом система має два плеча однієї фази і заземлену середню точку (рис.1). В наш час ця схема використовується у випрямних установках і відома під назвою *однофазна двоперіодна з нульовим виводом*. Відносно нульової точки напруги знаходяться у *протифазі*. У США фази зветься специфічне – гарячі «hot». Одна фаза вторинної обмотки знижувального трансформатора подається в мережу 120/240 В.

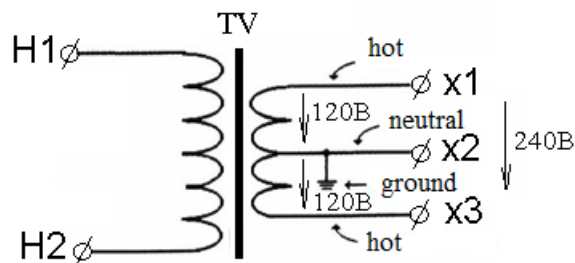


Рисунок 1 – Схема отримання різних величин напруги

В американській науково-технічній літературі окрім систем 120/240 В можна зустріти інші системи, наприклад 60 Гц, 120/208 В (Large residential buildings frequently have 120/208 V 3-phase power, with large appliances being connected between two of the phases, giving a voltage of 208 volts); 277/480 В. Фактично ця напруга складає 127 В. Саме до неї йде прив'язування всіх інших основних напруг. Перерахунок здійснюється наступним чином  $(127+127) \cdot 1,1 = 279\text{В}$ .

Для схеми з'єднання «зірка» (рис. 2) при відомій величині фазної робочої напруги 120 В, лінійна напруга складе  $120 \cdot 1,73 = 208\text{ В}$ .

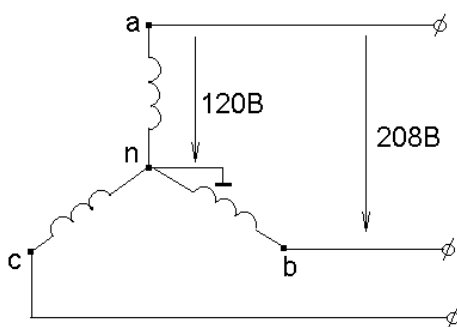


Рисунок 2 – Отримання робочих напруг у схемі з'єднання «зірка»

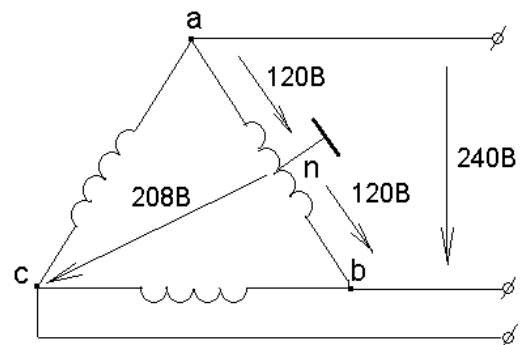


Рисунок 3 – Отримання робочих напруг у схемі з'єднання «трикутник»

При вивченні розділу «Трифазні кола» завжди вказується, що в схемі з'єднання «трикутник» ми отримуємо одну величину робочої напруги  $U_{л} = U_{\phi}$ , що є недоліком цієї схеми, на відміну від схеми з'єднання «зірка», де ми маємо дві величини робочої напруги  $U_{л}$  і  $U_{\phi}$ , причому  $U_{л} = \sqrt{3} \cdot U_{\phi}$  [2]. Більше детальне розглядання трифазної схеми з'єднання «трикутник» з урахуванням викладеного вище і схеми наведеної на рис.1, дозволяє зробити висновок, що для неї можна отримати ще одну величину робочої напруги (рис.3).

За відомою з курсу математики теоремою косинусів з рис. 3 отримуємо:

$$U_{cn}^2 = U_{bc}^2 + U_{nb}^2 - 2U_{bc} \cdot U_{nb} \cdot \cos 60^\circ = 240^2 + 120^2 - 2 \cdot 240 \cdot 120 \cdot 0,5 = 43200 \text{ В} \quad (1)$$

Звідки  $U_{cn} = 208 \text{ В}$ .

У суднових мережах у відповідності до вимог ABS величина робочих напруг буде становити напругу 277/480 В, 60 Гц. Перерахунком отримуємо  $480/1,73 = 277 \text{ В}$ . При цьому, робочою вважається величина  $440 \pm 10\% \text{ В}$ .

Таким чином, для схеми з'єднання «трикутник» величини робочих напруг представлені на рис. 4. Нескладно виконати перерахунок основних параметрів і для схеми з'єднання «зірка».

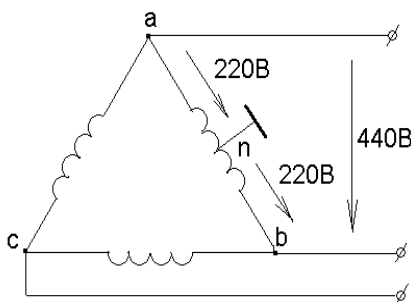


Рисунок 4 – Отримання робочих напруг для схеми з'єднання «трикутник» на морських судах у відповідності до вимог ABS

Для забезпечення заданих рівнів напруги в практиці експлуатації трифазних кіл у США можуть широко використовуватися так звані трифазні трансформаторні групи. Їх основні переваги і недоліки представлені в [3].

Також слід звертати увагу на особливості виконання монтажних робіт у відповідності до стандарту ABS. Монтажні роботи та обслуговування електричних установок пов'язані не лише із забезпеченням надійності, але й безпеки. Необхідно повністю виключити помилки. Для цього розроблена система кольорових позначень ізоляції жил, яка визначає якого кольору провідники: фаза, нуль і земля. В табл. 2 наведена система кольорового маркування

провідників і шин в різних країнах.

Таблиця 2 – Кольорове маркування провідників і шин у різних країнах

Країна/регіон	Кольори зовнішньої ізоляції провідника (шини)				
	Фазний провідник 1	Фазний провідник 2	Фазний провідник 3	Нейтральний провідник	Захисний провідник
Європа й всі країни, які використовують стандарт CENELEC (IEC 60446) – з квітня 2004 Великобританія з 31 травня 2004 Гонконг з липня 2007 Сінгапур з березня 2009 Україна, РФ з 2009	коричневий	чорний	сірий	синій	Зелено-жовтий
США – загальноприйняті в експлуатації кольори (120/208/240В)	чорний	червоний	синій	сріблястий	без ізоляції; зелений або зелено-жовтий
США – альтернативна система кольорів (277/480В)	коричневий	помаранчевий або фіолетовий	жовтий	сірий	зелений

- Згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) при змінному струмі шини фази А позначались жовтим кольором, шини фази В – зеленим кольором, шини фази С – червоним, з літерним



кодуванням в алфавітному порядку початкових літер у назві кольорів Ж, З, Ч. Така схема з прийняттям ГОСТ Р 50462-2009 замінена стандартним CENELEC (IEC 60446).

- З 1975 року Національний Електричний Кодекс (США) не регламентує кольорове позначення фазних проводів. Представлені в таблиці кольори є загальноприйнятими в експлуатації.

- Нейтраль трансформатора або генератора, не приєднана до заземлюючого пристрою або приєднана до нього через великий опір приладів сигналізації, вимірювання, захисту та інших аналогічних їм пристроїв [6].

## Висновки:

1. При створенні електрообладнання і систем електропостачання в США дотримуються традицій, які склались історично, як в частині частоти мережі живлення, так і в частині величин робочих напруг. Це обумовлено чинниками економічними, безпеки і боротьбою з імпортною електротехнічною продукцією. Фактичне значення напруги, до якого прив'язані інші напруги складає  $127 \pm 10\%$  В.

2. Устрій трифазних схем електропостачання в США має деякі конструктивні особливості в отриманні різних напруг і цим відрізняються від інших, тому в них дуже широко використовуються трифазні трансформаторні групи. Їх використання є дорожчим за трифазні тристрижневі трансформатори тієї ж потужності, вони мають менший коефіцієнт корисної дії і займають більше місця.

3. Для морських суден, побудованих у відповідності до вимог ABS, для забезпечення вимог конвенції MARPOL 73/78 в частині контролю викидів з них дуже важливим залишається питання забезпечення електромагнітної сумісності, а саме: частоти мережі живлення і рівнів напруги цих суден при живленні від берегових мереж в портах заходів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. <https://promimpex.com.ua/7-vidov-standarta.html>
2. Теоретичні основи електротехніки: підручник / В.С. Хілов. – Д.: Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”, 433 с. 2021 рік.
3. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М.О. Осташевський, О.Ю. Юр'єва; за ред. В.І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.
4. <https://uain.press/blogs/nikola-tesla-lyudina-yaka-zminila-svit-222232>
5. <https://romanenko.biz/ua/publikacii/35-publications-ua/publications-interesting-ua/98-taemnitzi-vinakhodiv-nikoli-tesli>
6. <https://enext.ua/uk/press/articles/PUE-2021-Razdel-pervyy-Pravila-ustroystva-elektrostanovok/>

*Герман Олександр Олександрович,  
здобувач другого рівня вищої освіти,  
Національний університет «Одеська морська академія», м.Одеса;  
e-mail: [aleksandr.german2327@gmail.com](mailto:aleksandr.german2327@gmail.com)*

*Науковий керівник: Глазева Оксана Володимирівна  
к.т.н., доцент, заступник директора ННІАтаЕМ  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [o.glazeva@gmail.com](mailto:o.glazeva@gmail.com)*

*Науковий керівник: Власов Віктор Борисович  
електромеханік 1-го розряду  
e-mail: [vicvlasov@yahoo.com](mailto:vicvlasov@yahoo.com)*

УДК 621.316.95

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТОЧНИХ АКУМУЛЯТОРІВ В ЯКОСТІ ДОПОМІЖНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА СУДНАХ.

Канєвський С. О.

Національний Університет «Одеська Морська Академія»

Розвиток сучасних технологій дозволяє сьогодні використовувати різноманітні матеріали в створенні сучасних економічних, екологічних електроенергетичних систем.

Розвиток акумуляторних технологій сьогодні є одним із найважливіших факторів у зниження викидів вуглекислого газу на одиницю енергії, що виробляється в енергетичній галузі. Тому застосування акумуляторних батарей (АБ) в автомобільному та водному транспорті та підвищення їх ефективності є актуальним [1,2,3,4].

Одним таким із напрямків є використання проточних акумуляторних батарей в енергетичних системах. У проточних акумуляторах реакції проходять у двох ємностях із електролітами (рис. 1).

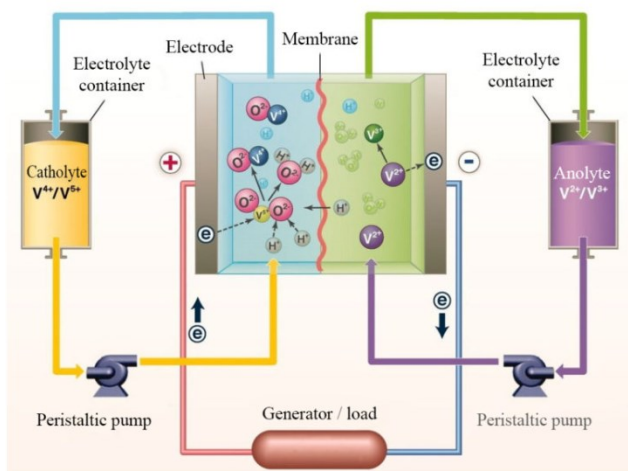


Рисунок 1 – Функціональна схема проточного акумулятора

Складові елементи в проточному акумуляторі: 1 – насос, який створює потік активних речовин через робочу область акумулятора; 2 - ємність для електроліту, що потрібна для зберігання електролітів, а насоси забезпечують їх циркуляцію через батарею; 3 - електроди (анод, катод) - провідні матеріали, де відбуваються окислювально-відновлювальні реакції; 4 – мембрана, що розділяє два електроліти, запобігаючи їх змішуванню, але дозволяє іонам проходити між камерами та забезпечує іонну провідність, дозволяючи зберігати баланс заряду між анодною та катодною частинами; 5 – електричне коло, що з'єднує електроди та дозволяє потоку

електронів переміщатися між анодом та катодом через зовнішній контур, живлячи підключені пристрої і дозволяє відводити або подавати електричний струм залежно від режиму роботи (заряджання або розряджання); 6 - електроліти (активні речовини), що містять хімічно активні речовини, які беруть участь в окисно-відновних реакціях. Електроліти зберігаються у зовнішніх резервуарах, що дозволяє змінювати ємність акумулятора, збільшуючи обсяг резервуарів. Приклади активних речовин: ванадій (у проточних ванадієвих батареях), цинк-бром, органічні сполуки або інші редокс-пари. Дослідження активних речовин продовжується з метою підвищення їх ефективності та зменшення собівартості.

Проточні батареї працюють шляхом зберігання енергії в хімічній формі в окремих резервуарах та використання електрохімічних реакцій для вироблення електроенергії. Електроліт одного резервуару циркулює навколо анода, а іншого навколо катода. При цьому електроди та рідини розділені спеціальною напівпроникною мембраною. Вона не допускає перемішування рідин, але не заважає електродам обмінюватись іонами.

Зокрема, кожен бак проточної батареї містить один з розчинів електроліту. Під час зарядки зовнішнє джерело енергії, такий як сонячна енергія, запускає окислювально-відновні реакції (один електроліт втрачає електрони, а інший набуває електролітів), зберігаючи енергію

в електролітах. Під час розрядки відбуваються зворотні реакції, в результаті яких накопичена енергія вивільняється [3,4].

Проточні акумулятори мають ряд переваг у порівнянні з літій-іонними АБ, а саме проточні батареї забезпечують чудову масштабованість завдяки своїй здатності легко збільшувати енергоємність шляхом додавання до резервуарів більшої кількості електролітів. З іншого боку, літій-іонні акумулятори мають обмежену масштабованість, оскільки їх ємність в першу чергу визначається кількістю секцій в АБ. В результаті літій-іонні батареї можуть вимагати повної заміни або додаткових модифікацій для масштабування. Крім того, завдяки здатності до глибокого розряду та відмінної масштабованості проточні батареї чудово зберігають енергію протягом більш тривалого часу, від годин до навіть днів. І навпаки, літій-іонні АБ мають типову тривалість роботи кілька годин.

Однак проточні акумулятори мають ряд недоліків:

1) низька щільність енергії: проточні батареї, хоч і пропонують переваги з погляду поділу потужності та енергоємності але мають нижчу щільність енергії. Величини меж напруги неводних електролітів у проточних батареях також можуть вплинути на їхню енергетичну щільність;

2) вища початкова вартість: проточні батареї мають вищу початкову вартість порівняно з іншими типами батарей через свою складну конструкцію, що включає окремі резервуари для зберігання електролітів, насоси, технічні пристрої та системи управління. Однак вартість може бути знижена завдяки їх більш тривалому терміну служби та нижчим витратам на заміну з часом.

Тому можемо зазначити наступні переваги використання проточних акумуляторних батарей на судах:

1) стабільність енергопостачання: проточні акумулятори можуть забезпечувати безперервне живлення відповідальних та допоміжних систем, навіть у періоди пікових навантажень чи збоїв основного джерела енергії або знеструмлення;

2) довговічність: на відміну від традиційних АБ, проточні акумулятори мають тривалий термін служби (тисячі циклів заряджання-розряджання) без значної втрати продуктивності;

3) екологічність: відсутність викидів шкідливих речовин під час роботи дозволяє зменшити залежність від дизельних генераторів, які є основними джерелами забруднення навколишнього середовища;

4) масштабованість: ємність системи можна легко збільшити, просто додаючи резервуари з електролітом. Це робить їх привабливими для різних типів суден – від невеликих суден автономного плавання до великих круїзних лайнерів.

Таким чином, проточні акумулятори (редокс-акумулятори) стають все більш актуальними і потребують подальшого дослідження з метою використання їх у морській індустрії завдяки їхній здатності забезпечувати стабільне зберігання енергії [1].

Використання такого типу батарей в якості допоміжних джерел електроенергії на судах відкриває нові можливості для оптимізації енергопостачання, надійного забезпечення споживачів та покращення екологічного середовища [5].

## ЛІТЕРАТУРА

1. С.Ф. Самонов, А.А. Кульбацкий, В.А. Дубовик Перспективы использования твердотельных аккумуляторных батарей на судах/ Матеріали науково-методичної конференції «Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика», 05.12.2018 - 06.12.2018. – Одеса: НУ «ОМА», 2018. – С.78-80. <http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/SEEEA-2018.05.11.18.pdf>.

2. <https://aw-therm.com.ua/nanoelektropalivna-protocna-batareya-perevershuye-najkrashi-suhi-akumulyatori/>

3. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/268934.pdf>.



IV науково-технічна конференція молодих вчених  
«ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ»  
19-20 листопада 2024 року

4. <https://ecotechnica.com.ua/technology/deshevyj-i-dolgovechnyj-protocchnyj-akkumulyator-ot-lockheed-martin-sokhranit-energiyu-vie-effektivnee>.

5. Самонов С.Ф., Дубовик В.О., Кульбацький А.А. Підвищення надійності енергозабезпечення річкових суден при проходженні мостів / Матеріали науково-методичної конференції «Суднова електроніка, електроніка і автоматика», 22.11.23 – 23.11.2023. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – С.92-95. <http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/SEEEA-2023.22.11.23.pdf>.

**Канєвський Станіслав Олексійович**  
студент, Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [stanislavkanyevsky@hotmail.com](mailto:stanislavkanyevsky@hotmail.com)

**Науковий керівник Дубовик Віталій Олександрович**  
ст. викладач кафедри електричної інженерії та електроніки  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [vitalii.a.dubovyk@gmail.com](mailto:vitalii.a.dubovyk@gmail.com)

**Науковий керівник Самонов Сергій Федорович**  
к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії та електроніки  
Національний університет «Одеська морська академія», м. Одеса  
e-mail: [samonovsf@gmail.com](mailto:samonovsf@gmail.com)



## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОПИС

*Чуйко Я.І.* ПЕРСПЕКТИВИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ САМОДІАГНОСТИКИ МОРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ /*Чуйко Я.І., Шевченко В.А.*// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.5-6

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/landTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Кольцов Г.С.* ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ СИСТЕМІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ СУДНОВИМ КОМПРЕСОРОМ ПУСКОВОГО ПОВІТРЯ /*Кольцов Г.С., Гвоздева І.М.*// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.6-7

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/landTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Міклухо О.В.* ЗМІНА СТРУКТУРИ ЕКСПОРТУ УКРАЇНСЬКОГО ЗЕРНА В УМОВАХ ВІЙНИ: ВПЛИВ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ /*Міклухо О.В., Мезіна Л.В.*// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.8-9

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/landTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Головацький К.Ю.* ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ В СУДНОВИХ СИСТЕМАХ ІНЕРТНИХ ГАЗІВ /*Головацький К.Ю., Гвоздева І.М.*// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.9-11

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/landTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Загорняк А.О.* РОЛЬ МІЖНАРОДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ У РЕГУЛЮВАННІ ПРАЦІ МОРЯКІВ /*Загорняк А.О., Іванова А.В.*// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.12-16

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/landTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Чорний О.О.* ПРАВОВІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ МОРСЬКИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ /*Чорний О.О., Іванова А.В.*// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.16-18

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/landTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Дмухайлов Д.Д.* АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ПОРУШЕНЬ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА СУДАХ /*Дмухайлов Д.Д., Будашко В.В.*// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.18-22

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/landTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Пасічник О.О.* МЕТОДОЛОГІЯ ЛІНІЙНО-КВАДРАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОПУЛЬСИВНИМИ КОМПЛЕКСАМИ З ЄДИНИМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ /*Пасічник О.О., Будашко В.В., Шевченко В.А.*// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.22-28

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/landTMIWT-2024.19.11.24.pdf>





Станева Я. М. ТЕХНОЛОГІЯ «РОЗУМНИЙ ПОРТ» ЯК ІНСТРУМЕНТ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МОРСЬКОЇ ПОРТОВОЇ ГАЛУЗІ / Станева Я. М., Сотниченко Л.Л.// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.28-30

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

Табенський С.В. ОСНОВНІ СКЛАДОВІ СВІТОВОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ /Табенський С.В., Сотниченко Л.Л.// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.31-33

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

Барінов Д.А. ФАКТОРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У СФЕРІ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ / Барінов Д.А., Сотниченко Л.Л. // IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С. 34-36

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

Борса Є.В. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВПЛИВУ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНУ СИСТЕМУ ПІД ЧАС КОЛИВАНЬ НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВКЛЮЧЕНЬ ЕЛЕКТРОРУШІВ / Борса Є. В., Будашико В.В. // IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.36-37

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

Грибач В.В. ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ АВТОНОМНОГО ПІДВОДНОГО АПАРАТУ/ Грибач В. В., Будашико В.В.// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.37-38

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

Дмухайлов Д.Д. СТВОРЕННЯ МАКЕТУ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО КОМУТАТОРА ОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ СУДНОВИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ / Дмухайлов Д.Д., Рябцов О.В.// IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.38-41

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

Пашенко О.Л. СУПУТНИКОВА СИСТЕМА BeiDou ТА ЇЇ РОЛЬ У ГЛОБАЛЬНІЙ МОРСЬКІЙ СИСТЕМІ ЗВ'ЯЗКУ У РАЗІ ЛИХА / Пашенко О.Л. // IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.42-44

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

Гунія М.О. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ПАРИ В КОТЛОАГРЕГАТІ LOGANO / Гунія М.О. // IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.44-47

<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>



IV науково-технічна конференція молодих вчених  
«ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ»  
19-20 листопада 2024 року

*Макаренко Ю.Ю.* НАСЛІДКИ ЗАГРОЗ У СУДНОВОМУ КІБЕРПРОСТОРИ / *Макаренко Ю.Ю., Михайлов С.А.* // IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.47-48  
<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Цуна А. В.* СТРУКТУРА СУДНОВОГО КІБЕРСЕРЕДОВИЩА / *Цуна А. В., Михайлов С.А.* // IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.48-50  
<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Макаренко Ю.Ю.* МОЖЛИВИ ВИДИ КІБЕРАТАК У СУДНОВОМУ ІТ-СЕРЕДОВИЩІ / *Макаренко Ю.Ю., Полюшин Я.О., Михайлов С.А.* // IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.50-52  
<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Герман О.О.* ОСОБЛИВОСТІ УСТРОЮ ТРИФАЗНИХ МЕРЕЖ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ КЛАСИФІКАЦІЙНОГО ТОВАРИСТВА ABS / *Герман О.О., Глазева О.В., Власов В.Б.* // IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.52-57  
<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

*Канєвський С. О.* ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТОЧНИХ АКУМУЛЯТОРІВ В ЯКОСТІ ДОПОМІЖНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА СУДНАХ / *Канєвський С. О., Дубовик В.О., Самонов С.Ф.* // IV науково-технічна конференція молодих вчених «ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ», 19.11.2024-20.11.2024 – Одеса: НУ ОМА, 2024. – С.58-60  
<http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/IandTMIWT-2024.19.11.24.pdf>

Наукове видання

## **МАТЕРІАЛИ**

IV науково-технічної конференції молодих вчених

**«ІННОВАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ**

**НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ**

**ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

**19-20 листопада 2024 року**

Комп'ютерна верстка: *Глазева О.В.*

Підписано до друку 30.12.2024  
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 2,10  
Тираж 50 пр. Замовлення № И24-02-31

НУ «ОМА», центр «Видавінформ»  
65052, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8, корп.7  
Свідоцтво ДК № 1292 от 20.03.2003  
e-mail: [publish@onma.edu.ua](mailto:publish@onma.edu.ua)  
Телефони: +38(048)793-24-50  
+38 (0482) 793-24-51