

## **ВІДГУК**

офіційного опонента доктора технічних наук, професора,  
в. о. директора Навчально-наукового Київського інституту  
водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного  
Національного транспортного університету

**Тимощук Олени Миколаївни**

на дисертаційну роботу **Заложа Віталія Івановича**  
**«Методологія діагностування суднових дизелів за параметрами**  
**робочого процесу в реальному часі»**,

що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки

### **1. Актуальність теми дисертації, зв'язок з науковими програмами.**

Дизельні енергетичні установки залишаються домінуючим типом головних і допоміжних двигунів на морському та річковому транспорті. Ефективність контролю їх технічного стану є визначальним чинником безпечного судноплавства, раціонального використання палива та мінімізації шкідливого впливу на довкілля. Рівень економічності та екологічності суднових дизелів безпосередньо визначається технічним станом систем, що формують робочий процес: паливної апаратури високого тиску, системи газообміну та циліндропоршневої групи. Діагностичний контроль параметрів цих систем у реальному часі дозволяє своєчасно виявляти несправності, запобігати аварійним ситуаціям та забезпечувати відповідність вимогам Міжнародної морської організації щодо викидів і енергоефективності.

Однак існуючі портативні діагностичні засоби мають суттєві обмеження щодо обчислювальних ресурсів, пропускної здатності каналів зв'язку та кількості доступних параметрів. Це створює суперечність між потребою в високоточній діагностичній інформації в реальному часі та технічними можливостями наявних систем. Вирішення цієї проблеми потребує розробки принципово нових методів та портативних засобів діагностування, здатних працювати в режимі реального часу та інтегруватися в сучасні цифрові системи, що забезпечить суттєве підвищення ефективності контролю технічного стану суднових дизелів.

Наведене підтверджує актуальність та важливість визначеної здобувачем науково-прикладної проблеми та її відповідність сучасним потребам транспортної галузі.

Важливість розв'язання проблеми підвищення ефективності контролю технічного стану суднових дизелів узгоджується з:

- положеннями Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2024 р. № 1550;

- переліком пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень у розділі «Енергетика та енергоефективність», затвердженим постановою Кабінету Міністрів України № 463 від 9 травня 2023 р.

Актуальність дисертаційної роботи та обраного здобувачем напрямку досліджень також підтверджується результатами наступних науково-дослідних тем, в яких Залож В. І. брав участь як виконавець окремих розділів:

- науково-дослідних тем Одеського національного морського університету: «Підвищення ефективності експлуатації суднової енергетичної установки» (Державний реєстраційний номер: 0122U001539);

- науково-дослідних тем Дунайського інституту Національного університету «Одеська морська академія»: «Підвищення енергоефективності у судноплавстві» (Державний реєстраційний номер: 0118U007606) та «Підвищення ефективності експлуатації морських суден та суден внутрішнього плавання» (Державний реєстраційний номер: 0123U101516);

- білатерального міжнародного наукового співробітництва з Турецькою Республікою: «Розробка інноваційної технології знезараження і очищення водного баласту суден згідно стандарту якості D-2 міжнародних вимог ІМО Конвенції» (Державний реєстраційний номер: 0123U104285).

## **2. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Наукові результати досліджень, висновки і рекомендації є обґрунтованими та достовірними, що підтверджується коректністю постановки мети та завдань досліджень, вдалим застосуванням математичного апарату, збіжністю результатів теоретичних розрахунків з результатами експериментальних досліджень та математичного моделювання.

Досягнення наукових результатів забезпечено коректним та обґрунтованим використанням наступних методів досліджень:

- фундаментальної теорії дизельних двигунів та систем, що формують робочий процес, а також теорії системного аналізу та синтезу складних технічних систем;

- математичних методів моделювання та аналізу робочого процесу суднових дизелів в онлайн-сервісі *Blitz-PRO*;

- методів експериментальних досліджень робочих процесів дизелів у складі енергетичних об'єктів морського транспорту;

– методів чисельної обробки даних діагностики, включаючи методи чисельного диференціювання та цифрової фільтрації на базі дискретного перетворення Фур'є;

– методів аналізу і синтезу робочого процесу при зіставленні розрахункових і експериментальних результатів, отриманих у режимі реального часу.

Достовірність результатів підтверджується експериментальною апробацією розроблених методів на лабораторних дизель-генераторах *WeiChai (Deutz 226B)* та *NVD24*, а також на суднових двигунах *SKL NVD48* і *Wartsila 6L20* під час експлуатаційних рейсів теплоходів «*Vilnius*» та «*Kaunas*».

Основні результати дисертаційного дослідження доповідались та обговорювались на міжнародних наукових конференціях і конгресах, зокрема:

– XXV-XXX Міжнародний конгрес двигунобудівників, Харків, 2020-2025 рр.;

– II-VI Міжнародна морська науково-практична конференція *MPP&O*, ОНМУ, Одеса, 2020-2025 рр.;

– 11-15 Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування», ХДМА, 2020-2024 рр.;

– Міжнародна науково-практична конференція «Дніпровські читання - 2020», ДУІТ, 2020 р.

– 7-8 Міжнародна наукова конференція *SEA-CONF*, Констанца, Румунія, 2021-2022 рр.;

– X Міжнародна науково-технічна конференція «Суднова енергетика: стан та проблеми», НУК ім. адмірала Макарова, Миколаїв, 2021 р.;

– XIII Міжнародна науково-технічна конференція «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці», НУК ім. адмірала Макарова, Миколаїв, 2022 р.

Окремі результати дисертаційного дослідження опубліковані у періодичних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних *Scopus* та *Web of Science*:

1. Varbanets R., Minchev D., Kucherenko Y., Zalozh V., Kyrylash O., Tarasenko T. Methods of real-time parametric diagnostics for marine diesel engines. *Polish Maritime Research*. 2024. Vol. 31, Issue 3. P. 71–84. DOI: <https://doi.org/10.2478/pomr-2024-0037>. (*Scopus Q2*).

2. Minchev D., Varbanets R., Shumylo O., Zalozh V., Aleksandrovska N., Bratchenko P., Thanh Hai Truong. Digital twin test-bench performance for marine diesel engine applications. *Polish Maritime Research*. 2023. Vol. 30, no. 4 (120). P. 81–91. DOI: <https://www.doi.org/10.2478/pomr-2023-0061>. (*Scopus Q2*).

3. Varbanets R., Shumylo O., Marchenko A., Minchev D., Kyrnats V., Zalozh V., Aleksandrovska N., Brusnyk R., Volovyk K. Concept of vibroacoustic diagnostics of the fuel injection and electronic cylinder lubrication systems of marine diesel engines. *Polish Maritime Research*. 2022. Vol. 29, no. 4. P. 88–96. DOI: <https://doi.org/10.2478/pomr-2022-0046>. (*Scopus Q2*).

4. Neumann S., Varbanets R., Minchev D., Malchevsky V., Zalozh V. Vibrodiagnostics of marine diesel engines in IMES GmbH systems. *Ships and Offshore Structures*. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/17445302.2022.2128558>. (*Scopus Q1*).

5. Tarasenko T., Zalozh V., Varbanets R., Minchev D. Considerations regarding reducing Danube navigation emissions. *Scientific Bulletin of Naval Academy*. 2021. Vol. XXIV. P. 174–183. DOI: <https://doi.org/10.21279/1454-864X-21-I1-021>. (*Scopus Q4*).

6. Varbanets R., Fomin O., Pištěk V., Klymenko V., Minchev D., Khrulev A., Zalozh V., Kučera P. Acoustic method for estimation of marine low-speed engine turbocharger parameters. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2021. Vol. 9(3):321. P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse9030321>. (*Scopus Q2*).

### **3. Наукова новизна дисертаційної роботи.**

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному.

Вперше розроблено:

1. Методи діагностування суднових дизелів, які дають змогу оцінювати варіативність процесів згоряння палива, фаз паливоподачі та газорозподілу у послідовних робочих циклах, що дає можливість регулювати двигун та аналізувати результати налаштування систем безпосередньо під час експлуатації.

2. Комплексний показник оцінки нерегулярності робочих циклів ( $CII_p$  - *cycle irregularity index*), який враховує середнє та максимальне значення коефіцієнта варіації тиску в циліндрі та забезпечує інтегральну оцінку варіативності робочого процесу.

3. Метод аналізу зміни коефіцієнта варіації тиску в робочому циліндрі двигуна по куту повороту колінчастого валу ( $COV_{Pi}$ ), що дає можливість окремо оцінювати стабільність роботи клапанного механізму і паливної апаратури високого тиску.

4. Метод аналізу варіації фаз подачі палива, включаючи кути початку ( $\Delta\varphi_{adv}$ ), тривалості впорскування палива ( $\Delta\varphi_{inj}$ ) та фаз газорозподілу ( $\Delta\varphi_{valves}$ ), що дозволяє оцінювати стабільність роботи паливної апаратури та механізму газорозподілу.

Удосконалено:

1. Методику взаємної оцінки робочих процесів та вібраційних діаграм паливної апаратури високого тиску та механізму газорозподілу за рахунок зменшення впливу шумів вібродіаграми шляхом підвищення порядку фільтра *Butterworth* до 11-го порядку та збільшення частоти зрізу до 15...17 кГц.

2. Алгоритм визначення ВМТ поршня і подальшої синхронізації даних за відсутності інформації про фактичний ступінь стиснення в циліндрі та тиск наддувочного повітря, що є характерним для сучасних дизелів зі змінними фазами газорозподілу.

Отримало подальший розвиток:

1. Метод визначення технічного стану двигунів на основі співставлення діагностичних параметрів з даними морських випробувань *Sea Trials*.

2. Метод визначення параметрів варіативності поточного режиму експлуатації двигуна за допомогою математичного моделювання робочих процесів, реалізованого в онлайн-сервісі *Blitz-PRO*.

#### **4. Наукове і практичне значення дисертаційної роботи.**

Наукове і практичне значення дисертаційної роботи полягає у підвищенні ефективності контролю технічного стану суднових дизелів, що стало можливим завдяки використанню розробленої автором методології діагностування суднових дизелів за параметрами робочого процесу в реальному часі.

Теоретична цінність дисертації полягає у розв'язанні актуальної науково-прикладної проблеми створення теоретичних та методологічних засад для принципово нової портативної системи діагностування суднових дизелів, що забезпечує діагностування за параметрами робочого процесу в режимі реального часу.

Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:

1. Розроблені методи та алгоритми дозволяють створити портативні діагностичні системи нового покоління та підвищити ефективність експлуатації суднових дизелів, отримуючи вичерпну інформацію щодо якості робочого процесу у циліндрах та ефективності функціонування критично важливих систем: паливоподачі, газообміну та циліндропоршневої групи.

2. Методи діагностування суднових дизелів, які дають змогу оцінювати варіативність якості згоряння палива, фаз подачі палива та газорозподілу у послідовних робочих циклах, імплементовані в нову версію програмного забезпечення системи діагностики *DEPAS 5.0W*.

3. Результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес кафедри суднових енергетичних систем та комплексів Навчально-наукового інституту морського флоту Одеського національного морського університету та

кафедри інженерних дисциплін Дунайського інституту Національного університету «Одеська морська академія»;

4. Практичне впровадження результатів дисертаційної роботи реалізовано для діагностики головних та допоміжних двигунів теплоходів «*Vilnius*», «*Kaunas*» ТОВ судноплавної компанії «Укрферрі» (м. Одеса) та в морській сервісній компанії *Mariq Service* (м. Гамільтон, Канада).

#### **5. Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових виданнях.**

Результати дисертації повністю відображено у 49 опублікованих наукових працях, у тому числі 6 – у наукових періодичних виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз *Scopus* та *Web of Science* (Q1 – 1 стаття, Q2 – 4 статті, Q4 – 1 стаття); 16 – у фахових виданнях України, що на момент публікації були віднесені до категорії Б переліку наукових фахових видань України; 27 у збірниках матеріалів міжнародних наукових конференцій.

У дисертації зазначено особистий внесок здобувача у всіх спільних наукових публікаціях.

Рівень та кількість публікацій, рівень апробації відповідають вимогам, що висуваються МОН України до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук ([Наказ МОН України № 1220 від 23.09.2019](#) р. «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» із змінами).

#### **6. Структура та зміст дисертації**

Дисертаційна робота складається зі вступу, основного змісту (який містить п'ять розділів), списку використаних джерел із 228 найменувань, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає 429 сторінок друкованого тексту, обсяг основного тексту – 300 сторінок.

Структура дисертації, мова та стиль викладення відповідають діючим вимогам, що висуваються до докторських дисертацій ([Наказ МОН України № 40 від 12.01.2017](#) «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації»).

#### **7. Відповідність реферату основним положенням дисертації**

Реферат дисертації обсягом 51 друковану сторінку якісно оформлений. Зміст реферату повністю розкриває основні наукові положення представленої дисертаційної роботи та відображає актуальність, задачі наукового дослідження, наукову новизну, практичну цінність, короткий зміст кожного з розділів, висновки. Реферат також містить перелік наукових публікацій, в яких відображені основні ідеї, рішення та пропозиції з методології діагностування судових дизелів за параметрами робочого процесу в реальному часі для підвищення ефективності контролю технічного стану судових дизельних двигунів.

## **8. Відповідність принципам академічної доброчесності**

Відповідно до звіту системи перевірки на плагіат «Детектор Плагіату» (<https://plagiarism-detector.com>, звіт оригінальності від 25.01.2026) дисертація має оригінальність на рівні 93,49 %, а рівень загальної подібності тексту до бази даних 5,88%, що підтверджує відсутність ознак плагіату. Візуальний аналіз тексту дисертації також не виявив ознак академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації.

Подані до захисту наукові досягнення є власним напрацюванням Заложа Віталія Івановича. Всі цитовані наукові результати супроводжуються посиланнями на їх авторів та джерела опублікування. У спільних наукових публікаціях зазначено особистий внесок здобувача.

Таким чином, здобувачем дотримано вимоги академічної доброчесності.

## **9. Використання в докторській дисертації матеріалів і висновків кандидатської дисертації здобувача**

Результати наукових досліджень, за якими здобувач захистив кандидатську дисертацію «Підвищення ефективності контролю технічного стану транспортних дизелів шляхом використання методу аналітичної синхронізації даних моніторингу» (спеціальність 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту) до результатів докторської не включені.

## **10. Відповідність дисертаційної роботи паспорту спеціальності**

Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки за такими напрямками досліджень:

п. 2. Фізичне та математичне моделювання, системний аналіз і синтез термодинамічних, гідродинамічних, газодинамічних, електродинамічних, електрохімічних та інших процесів в двигунах, енергоустановках та їх елементах.

п. 9. Розробка засобів, моделей, методів та методик для ідентифікації та діагностичного контролю технічного стану двигунів та енергоустановок.

п. 10. Розробка засобів, моделей, методів та методик для випробування двигунів та енергоустановок. Випробувальні стенди, спеціальні засоби та апаратура.

п. 12. Методи, технічні засоби та системи поліпшення характеристик двигунів і енергоустановок за екологічними властивостями, зокрема показниками шуму, вібрації і шкідливих викидів.

Зміст дисертації та реферату повністю відповідає паспорту спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

## **11. Зауваження щодо дисертації:**

1) Дисертація орієнтована переважно на технічний аспект діагностики, тоді як організаційно-експлуатаційні аспекти впровадження (регламенти, процедури, навчання персоналу) потребують подальшого розвитку.

2) Робота має значну наукову новизну, однак структурна складність технології вимірювання може ускладнювати її впровадження без спеціальної підготовки персоналу.

3) Не повною мірою проаналізовано масштабованість архітектури системи для судноплавних компаній з великою кількістю суден.

4) В роботі не вказано, чи є взаємодія запропонованої системи з існуючими судовими системами моніторингу (Premet, IMES GmbH, Doctor Analysis та інші).

5) Запропонований метод визначення ВМТ (розділ 3, п. 3.2, с. 168) є методологічно сильним, однак порівняльний аналіз з існуючими промисловими алгоритмами виконано недостатньо розгорнуто.

6) У роботі недостатньо кількісно оцінено вплив похибок вимірювальних каналів (датчиків тиску, вібраційних сенсорів) на результати діагностики.

7) Метод цифрової фільтрації віброданих (Butterworth,  $n = 11$ ) обґрунтований, однак відсутній аналіз альтернативних фільтраційних підходів (фільтри Чебишева, вейвлет-фільтрація, адаптивні фільтри).

8) Математичне моделювання в онлайн-сервісі Blitz-PRO є переконливим (п. 4.2), але не надано в повній мірі аналіз впливу реальних експлуатаційних даних на основні показники робочого процесу.

9) Межі «зеленого, жовтого та червоного секторів» для комплексного показника  $CI_p$  (розділ 4, п. 4.3) отримані на основі моделювання та експериментів, однак їх універсальність для різних типів двигунів потребує додаткового обґрунтування.

## **Загальні висновки.**

Представлена дисертаційна робота Заложа Віталія Івановича на тему «Методологія діагностування судових дизелів за параметрами робочого процесу в реальному часі» є цілісним та завершеним науковим дослідженням, що присвячена розв'язанню актуальної науково-прикладної проблеми – створення теоретичних та методологічних засад для принципово нової портативної системи діагностування судових дизелів, що забезпечує діагностування за параметрами робочого процесу в режимі реального часу та інтегрується в сучасні цифрові системи.

Дисертація містить нові науково-обґрунтовані результати, раніше не захищені наукові положення та висновки, що мають теоретичну та практичну цінність для підвищення ефективності контролю технічного стану суднових дизелів морського та річкового транспорту. Робота характеризується єдністю змісту та свідчить про особистий внесок здобувача у розв'язання зазначеної науково-прикладної проблеми. Здобувачем дотримано принципи академічної доброчесності. Основні результати дисертаційного дослідження відповідають паспорту спеціальності 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

Зауваження не знижують загального позитивного враження від роботи, носять дискусійний характер і не зменшують значимість отриманих результатів. Дисертація виконана на високому теоретичному та методологічному рівні, містить результати, що відзначаються науковою новизною та практичною значимістю.

Вважаю, що рівнем наукової новизни, теоретичною і практичною цінністю досліджень, достовірністю та обґрунтованістю отриманих наукових положень, висновків, рекомендацій дисертаційна робота відповідає вимогам п. 7 - 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року зі змінами та іншим чинним вимогам які висуваються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, а її автор, Залож Віталій Іванович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор

в. о. директора Київського

інституту водного транспорту

імені гетьмана Петра Конашевича-

Сагайдачного Національного

транспортного університету



Олена ТИМОЩУК

