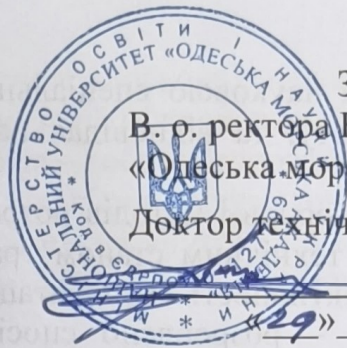




ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. ректора Національного університету
«Одеська морська академія»

Доктор технічних наук, професор

Вадим ЗАХАРЧЕНКО

2026 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації ТАРАСЕНКО Тетяни Владиславівни на тему «Розробка способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому судноплавстві», поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Рецензенти призначені Вченою радою Національного університету «Одеська морська академія» (НУОМА) 25 червня 2026 р., протокол № 11:

БУДАШКО Віталій Віталійович – директор навчально-наукового інституту автоматики та електромеханики, доктор технічних наук, професор;

САГІН Сергій Вікторович – завідувач кафедри суднових енергетичних установок, доктор технічних наук, професор;

ГОРБ Сергій Іванович – завідувач кафедри теорії автоматичного управління, доктор технічних наук, професор.

Тему дисертаційної роботи затверджено Вченою радою НУОМА 24 червня 2021 р., протокол № 11.

Роботу виконано на кафедрі інженерних дисциплін Дунайського інституту Національного університету «Одеська морська академія».

Відповідно до розпорядження директора ДНУОМА на фаховому семінарі була розглянута докторська дисертація ТАРАСЕНКО Тетяни Владиславівни на тему «Розробка способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому судноплавстві», а також наукові публікації, в яких висвітлені основні наукові результати. За результатами фахового семінару з попередньої експертизи дисертації зазначається наступне.

1. Загальна характеристика дисертації

Дисертація Тарасенко Тетяни Владиславівни, представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, є кваліфікаційною науковою працею, підготовленою у вигляді рукопису. Робота містить наукові положення та нові наукові результати у галузі науки «Транспорт», які мають практичну та теоретичну цінність, та підтверджуються документами, що засвідчують проведення здобувачкою досліджень; містить обґрунтовані висновки на основі одержаних здобувачкою достовірних результатів; характеризується єдністю змісту, відповідає принципам академічної доброчесності, підготовлена здобувачкою самостійно.

Роботу виконано за науковою спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, та відповідає паспорту спеціальності, а саме її пунктам:

створення наукових основ і методів розрахунку параметрів та управління ресурсом, надійністю й технічним станом транспортної техніки, розроблення методів підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів та їхніх функціональних систем – розроблено спосіб оцінки енергоефективності з гідрологічним нормуванням через коефіцієнт мілководного опору k_H , поsegmentно-дискретну та імовірнісно-прогностичну форми показника й систему алгоритмів обґрунтування експлуатаційних рішень, що в сукупності є методом підвищення ефективності експлуатації суден та їхніх енергетичних установок (розділи 3–5);

дослідження і розроблення методів підвищення ефективності контролю технічного стану транспортної техніки, встановлення закономірностей змінювання параметрів стану в процесі експлуатації, розроблення і впровадження методів, засобів діагностування та прогнозування технічного стану засобів транспорту – у роботі удосконалено метод параметричної діагностики робочого процесу судових двигунів (аналітична синхронізація), поширений на опосередковане визначення ефективної потужності та діагностику технічного стану головних двигунів за показником δSFC а також побудовано прогностичне (авторегресійне) розширення оцінки; практичну дієвість підтверджено ланцюгом « $\delta SFC > 1,10 \rightarrow$ параметрична діагностика $\rightarrow$ виявлення й усунення дефектів» на т/х «Борис Макаров» (розділи 3, 4);

дослідження впливу експлуатаційних факторів на показники роботи транспортних засобів, їх оптимізація; розроблення методів підвищення економічності витрачання палива, поліпшення екологічних показників транспортних засобів в умовах експлуатації – досліджено вплив навігаційних, технічних та експлуатаційних факторів (глибина, течія, склад каравану, завантаження, швидкісний режим, технічний стан ГЕУ) на витрату палива й вуглецеву інтенсивність, виконано глобальний аналіз чутливості та розроблено методи оптимізації режимів задля підвищення економічності витрачання палива й поліпшення екологічних показників суден в умовах експлуатації (розділи 2, 5);

розроблення нових та вдосконалення наявних науково-обґрунтованих стратегій, режимів і програм технічного обслуговування й ремонту засобів транспорту, обґрунтування експлуатаційних вимог до транспортної техніки – розроблено систему з чотирьох класів типових експлуатаційних рішень із кількісними критеріями активації, що включає обґрунтування режимів руху та призначення позачергового технічного обслуговування головних двигунів за діагностичним критерієм, тобто формує науково-обґрунтовані режими й програми ТО в експлуатації (розділ 4);

дослідження та розроблення комплексних способів гарантування безпеки на транспорті – ... екологічної безпеки, розроблення ресурсощадних, екологічно чистих технологій експлуатації – запропонований спосіб є інструментом ресурсощадної та екологічно орієнтованої експлуатації: він дає зіставні, нормовані до гідрологічних умов оцінки вуглецевої інтенсивності, придатні для систем моніторингу, звітності та верифікації (MRV) і супроводу політики модального зсуву (розділи 5);

обґрунтування, розроблення, вдосконалення методів, технологій, технічних засобів транспорту для організації міжнародних, змішаних та інтермодальних перевезень пасажирів і вантажів – робота безпосередньо стосується міжнародних дунайських перевезень і кількісно обґрунтовує доцільність переведення вантажопотоків з автомобільного на внутрішній водний транспорт (модальний зсув) у зіставленні з даними ЕЕА, а також поширює спосіб на пасажирський сегмент (розділ 5).

За обсягом, актуальністю, рівнем наукової новизни та практичної цінності 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).

2. Актуальність теми дослідження.

Останнім десятиліттям внутрішній водний транспорт посідає в Європі чільне місце серед інструментів декарбонізації транспортної системи: він вирізняється низькими питомими викидами на одиницю транспортної роботи та має вагомі резерви експлуатаційної оптимізації. Цю роль закріплено на нормативному й організаційному рівнях – програмами «зеленого» внутрішнього транспорту, оновленою Директивою ЄС з відновлюваної енергетики (RED III), а в Дунайському басейні – узгодженими діями Дунайської Комісії та Стратегії ЄС для Дунайського регіону, передусім опрацюванням дорожньої карти декарбонізації дунайського флоту й галузевими ініціативами (GRENDDEL). Водночас поширюються альтернативні палива та гібридно-електричні установки, щодо яких показники, прив'язані виключно до витрати дизельного палива, втрачають інформативність. Через це оцінка енергоефективності руху суден набуває не лише технічного, а й стратегічного виміру.

Цифровізація галузі – навігаційні інформаційні системи, дані AIS, гідрологічні сервіси та інтегровані системи планування й моніторингу – породжує **практичну потребу** в точніших динамічних моделях енергоспоживання. Такі моделі мають відображати фактичні профілі руху, умови плавання, конфігурації караванів і режими роботи ГЕУ та інтегруватися з цифровими платформами управління флотом задля підтримки експлуатаційної оптимізації в реальному часі.

Наявні ж методи здебільшого або переносять рішення з морського судноплавства, або зважають лише на вузьке коло чинників (глибину, течію, завантаження, склад каравану), що дає неточну та суперечливу картину реальної енергоефективності на ділянках зі змінним форм-фактором та кількісним складом каравану. За одночасної дії жорстких екологічних вимог, технологічних інновацій (альтернативні палива, гібридні й електричні установки), експлуатаційної оптимізації та цифровізації управління флотом **актуальною** стає розробка науково обґрунтованого способу оцінки енергоефективності руху суден, що враховує реальні навігаційні й експлуатаційні умови Дунаю, насамперед для штовхачів із караванами несамохідних барж, — що й зумовлює науковий і прикладний інтерес до теми дисертації.

3. Зв'язок роботи з актуальними програмами, планами, темами.

Дослідження виконано відповідно до основних положень «Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» (постанова Кабінету

Міністрів України від 27 грудня 2024 р. № 1550) та відповідає пріоритетним тематичним напрямом наукових досліджень в розділі «Енергетика та енергоефективність», затверджених постановою Кабінету Міністрів України № 463 від 9 травня 2023 р.

Дисертаційна робота пов'язана з тематиками досліджень кафедри інженерних дисциплін Дунайського інституту Національного університету «Одеська морська академія» та спрямована на розробку способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому судноплаванні. Наведені в дисертації матеріали узагальнюють результати досліджень, виконаних автором у рамках науково-дослідних робіт «Підвищення енергоефективності у судноплаванні» (Державний реєстраційний номер: 0118U007606) та «Підвищення ефективності експлуатації морських суден та суден внутрішнього плавання» (Державний реєстраційний номер: 0123U101516) в якості керівника обох НДР та співвиконавця розділів, присвячених енергоефективності у морському та внутрішньому судноплаванні, методам параметричної діагностики транспортних двигунів.

4. Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному.

Вперше:

- розроблено спосіб оцінки енергоефективності руху суден внутрішнього судноплавства, що ґрунтується на нормованому показнику з гідрологічним нормуванням транспортної роботи через коефіцієнт мілководного опору k_H (формули (3.19)–(3.20)) і, на відміну від орієнтованих на морські судна та стаціонарні умови індексів $EEDI/EEHI/EEOI/EEDI_{Binnen}$, забезпечує нормовану й порівнянну оцінку рейсів самохідних суден і штовхачів з караванами несамохідних барж за змінного складу каравану та змінних гідрологічних умов Дунаю;

- запропоновано посегментно-дискретну форму показника енергоефективності (формули (3.17)–(3.18)) з декомпозицією рейсу за якісно різними етапами (рух у повному складі каравану, проводка, маневрування, шлюзування) та врахуванням режиму проводок множителем $(2N - 1)$, що усуває математичну невизначеність стандартного показника $EEOI$ при нульовій транспортній роботі на окремих етапах рейсу;

- побудовано імовірісно-прогностичне розширення оцінки енергоефективності, яке поєднує Монте-Карло симуляцію рейсу з авторегресійним прогнозом (AR(1)) рівнів води Дунаю й перетворює показник з детермінованої величини на випадкову з визначеними розподілом, імовірнісним інтервалом та ймовірністю перевищення цільового рівня; кількісно встановлено, що врахування оперативних гідрологічних даних звужує імовірнісний інтервал прогнозу приблизно на 22 %;

- розроблено систему алгоритмів обґрунтування експлуатаційних рішень із чотирма класами типових рішень (корекція швидкісного профілю, вибір конфігурації каравану, еко-швидкість на мілководді, технічне обслуговування ГЕУ) та явними кількісними критеріями активації, інтегровану з параметричною діагностикою робочого процесу головних двигунів (зв'язок « $\delta SFC > 1,10 \rightarrow$ активація класу 4 $\rightarrow$ діагностика $\rightarrow$ виявлення дефектів»).

Удосконалено:

- модель гідродинамічного опору й потрібної потужності руху штовхача з караваном у дунайських умовах — уведенням модифікованого формфактора мілководдя $1 + k^*$ та виокремленням пропульсивного ККД $\eta_{\text{проп}}$ як самостійної стохастичної компоненти (коефіцієнт варіації 5–8 %), що раніше враховувався неявно у складі узагальненого коефіцієнта опору;

- метод параметричної діагностики робочого процесу суднових двигунів (аналітична синхронізація) — поширенням його на опосередковане визначення ефективної потужності ГЕУ та діагностику технічного стану двигунів за відносним показником δSFC в умовах, коли пряме вимірювання опору й потужності на штовхачах неможливе.

Отримало подальший розвиток:

- теоретичні уявлення про енергоефективність руху суден внутрішнього судноплавства — через урахування спільного впливу складу каравану, гідрологічних умов мілководних ділянок і профілю режимів роботи ГЕУ на енергоспоживання та вуглецеву інтенсивність, а також через статистичну характеристику гідрологічного режиму Дунаю (зростання коефіцієнта авторегресії φ від 0,90 до 0,99 вздовж течії, кластерна кореляційна структура постів) за масивом 265 798 добових записів 71 водомірного поста;

- спосіб оцінки енергоефективності в частині поширення за межі вантажного сегмента — адаптацією показника до пасажирських суден через перевизначення транспортної роботи в пасажиро-кілометрах (показник $EE_{\text{рах}}$, формула (5.5)) та застосуванням способу до кількісної оцінки ефекту модального зсуву в зіставленні з даними EEA .

5. Теоретичне значення результатів дослідження полягає у:

- 1) формалізації руху суден внутрішнього судноплавства як неусталеного багаторежимного процесу через єдиний вектор стану системи «штовхач — караван — водний шлях — головна енергетична установка» та виведенні на цій основі інтегрального показника енергоефективності у формі відношення інтегралів витрати палива й транспортної роботи за рейс;

- 2) розробленні теоретичних засад гідрологічного нормування показника енергоефективності, що приводить оцінку до стандартних умов експлуатації та вперше забезпечує її порівнянність для рейсів різної водності на різних ділянках внутрішнього водного шляху;

- 3) узагальненні чинного операційного індексу (EEOI) на випадок змінного складу каравану через посегментно-дискретну форму показника з коректним урахуванням проводок, порожніх переходів та нульового завантаження;

- 4) розвитку імовірісно-прогностичного апарату оцінки енергоефективності, що поєднує імовірнісне моделювання показника як випадкової величини методом Монте-Карло, аналіз чутливості за коефіцієнтами рангової кореляції та авторегресійне прогнозування гідрологічних умов на горизонт планування рейсу;

- 5) удосконаленні моделі гідродинамічного опору й потрібної потужності для штовхача з караваном в умовах мілководдя та методу опосередкованого визначення ефективної потужності засобами параметричної діагностики робочого процесу суднових двигунів;

6) статистичній характеристиці гідрологічного режиму судноплавного Дунаю (параметри авторегресії та просторова кластерна структура рядів рівнів води) як теоретичному підґрунті прогнозування навігаційних умов плавання.

6. Практичне значення результатів роботи полягає в тому, що розроблений спосіб та його програмна реалізація доведені до рівня інструмента, придатного для безпосереднього застосування в експлуатаційній і управлінській практиці підприємств внутрішнього водного транспорту. Зокрема, одержані результати уможливають:

- оперативне оцінювання та порівняльний аналіз енергоефективності рейсів самохідних суден і караванів барж за змінного складу каравану й мінливих гідрологічних умов, виявлення резервів зниження витрати палива (до 14,5–16,3 % на проаналізованому масиві рейсів) та обґрунтування експлуатаційних рішень щодо швидкісного режиму й конфігурації каравану на підставі чотирьох класів типових рішень із кількісними критеріями активації, причому оцінювання виконується за штатними експлуатаційними даними, без втручання в конструкцію енергетичної установки судна;

- використання результатів оцінювання як основи для техніко-економічного обґрунтування та визначення пріоритетності проєктів модернізації енергетичних установок і переведення суден на альтернативні види палива, зокрема для раціонального розподілу обмежених капітальних ресурсів між класами флоту;

- застосування способу для кількісного оцінювання кліматичного ефекту модального зсуву вантажопотоків на внутрішній водний транспорт та для аргументації відповідних рішень у зіставленні з міжнародними показниками;

- використання показників і алгоритму агрегування як підґрунтя для формування корпоративних стандартів енергоефективності та участі підприємств у системах нормування, моніторингу й звітності щодо вуглецевої інтенсивності флоту згідно з регуляторним контекстом ЄС.

7. Достовірність і обґрунтованість наукових результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій забезпечується коректним використанням сучасного й несуперечливого дослідницького апарату: системного аналізу та декомпозиції рейсу, математичного моделювання з дискретизацією інтегральних показників, гідродинамічного аналізу опору й потрібної потужності, параметричної діагностики робочого процесу суднових двигунів, імовірнісного моделювання методом Монте-Карло з оцінюванням чутливості за коефіцієнтами рангової кореляції Спірмена, авторегресійного (AR(1)), кореляційного та ієрархічного кластерного (UPGMA) аналізу, а також аналізу невизначеності за рекомендаціями GUM. Сформульовані висновки ґрунтуються на репрезентативному масиві вихідних даних і реальних експлуатаційних даних 14 рейсів дунайських штовхачів із караванами барж. Достовірність одержаних результатів підтверджується узгодженістю модельних та емпіричних оцінок, апробацією способу на реальних рейсах, його зіставленням із чинною методикою (ЕЕОІ) та незалежними даними Європейського агентства з довкілля (ЕЕА), а також сценарним аналізом і кількісним оцінюванням невизначеності. Практичну обґрунтованість засвідчено доведенням способу до рівня працездатного інструмента, його впровадженням і

повнотою висвітлення результатів у наукових публікаціях, зокрема у виданнях, що індексуються в Scopus.

8. Ступінь використання у дисертації матеріалів і висновків кандидатської дисертації здобувача.

У дисертації кандидата технічних наук ТАРАСЕНКО Тетяни Владиславівни «Розробка способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому судноплавстві», поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту матеріали кандидатської дисертації «Підвищення енергоефективності суден при роботі на коротких морських лініях (на прикладі суден з гвинтом регульованого кроку)» не використовувались.

9. Висвітлення основних наукових результатів докторської дисертації у наукових публікаціях.

Основні положення й наукові результати дисертації викладено у 69 працях, в тому числі: 21 наукова стаття у фахових журналах України та інших держав, серед яких 4 статей в журналах, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus (Q2 – 1 стаття, Q4 – 3 статті); 48 тез доповідей міжнародних конференцій. У дисертаційній роботі зазначено особистий внесок здобувача в усіх наукових працях, опублікованих у співавторстві. Кількість та якість наукових праць, опублікованих за її змістом, відповідають Наказу МОН України № 1220 від 23 вересня 2019 року «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук».

10. Результати дисертаційної роботи впроваджені:

- в діяльності Дунайської Комісії (при підготовці Додатка 5 до Дорожньої карти декарбонізації дунайського флоту);
 - у практику експлуатаційної діяльності ПрАТ «Українське Дунайське пароплавство»;
 - у тому числі на т/х «Механик Синилов» – при моніторингу паливовикористання та екологічних показників роботи судна;
 - використано при апробації способу на пасажирському круїзному теплоході *m/v Lisabelle*;
 - впроваджено в навчальний процес кафедри інженерних дисциплін Дунайського інституту Національного університету «Одеська морська академія» (м. Ізмаїл),
- що підтверджено відповідними актами впровадження та довідками.

11. Відповідність принципам академічної доброчесності

За результатами перевірки та аналізу матеріалів дисертації не виявлено ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації. Використані в дисертації ідеї, положення чи гіпотези інших авторів мають відповідні посилання і використані лише для підкріплення ідей здобувача.

12. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Матеріали дисертації викладено послідовно у формально-логічний спосіб, з дотриманням наукового стилю та єдності змісту. Структура дисертації, мова та стиль викладення відповідають вимогам, що висуваються до докторських дисертацій відповідно до наказу МОН № 40 від 12.01.2017 р. (із змінами, внесеними згідно з Наказом МОН № 759 від 31.05.2019 р.).

Дисертація оформлена якісно, відповідає кваліфікаційним вимогам, визначеним у Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, та Положення про спеціалізовану вчену раду з присудження наукового ступеня доктора наук (Наказ МОН України від 13 грудня 2021 року № 1359). Застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення результатів, висновків і рекомендацій логічний, обґрунтований та забезпечує доступність їх сприйняття та використання.

13. Загальний висновок

Дисертація Тарасенко Тетяни Владиславівни «Розробка способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому судноплавстві» є завершеною кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачкою самостійно та містить рішення актуальної науково-прикладної проблеми у галузі науки «Транспорт».

За обсягом, актуальністю, рівнем наукової новизни та практичної цінності дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту та вимогам пп. 7, 9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197.

З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Тарасенко Т. В. дисертація «Розробка способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому судноплавстві» рекомендується до розгляду у спеціалізованій Вченій раді на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Д-р техн. наук, професор

Віталій БУДАШКО

Д-р техн. наук, професор

Сергій САГІН

Д-р техн. наук, професор

Сергій ГОРБ