

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора кафедри суднових енергетичних установок та комплексів, проректора з навчально-організаційної роботи Одеського національного морського університету

ШУМИЛА Олександра Миколайовича

на дисертаційну роботу ТАРАСЕНКО Тетяни Владиславівни «Розробка способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому судноплавстві», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту

Актуальність теми дисертації, зв'язок з науковими програмами

Внутрішній водний транспорт визнано одним із ключових елементів європейської стратегії декарбонізації транспортної системи. Посилення екологічних і регуляторних вимог ЄС до суден внутрішнього плавання, перехід від конструктивно-технічної до експлуатаційної оптимізації та цифровізація управління флотом висувають на перший план потребу в об'єктивних, прозорих і порівнянних показниках енергоефективності. Наявні індекси, орієнтовані на морські судна та стаціонарні умови експлуатації (*EEDI*, *EEXI*, *EEOI*, *EEDIBinnen*), виявляються непридатними до специфіки дунайських штовханих караванів зі змінним складом і суттєвим впливом гідрологічних умов, що й формує науково-прикладну проблему, розв'язанню якої присвячено дисертацію.

Актуальність теми підкреслюється також її узгодженістю зі спеціалізованими ініціативами з підвищення енергоефективності дунайського флоту (проект GRENDEL, дорожні карти модернізації флоту Дунаю), у яких наголошується на необхідності адаптації методів оцінки саме до штовхачів з караванами барж в реальних умовах експлуатації.

Дисертаційне дослідження виконано відповідно до положень «Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» (постанова КМУ від 27.12.2024 № 1550) та пріоритетних тематичних напрямів

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»	
КАНЦЕЛЯРІЯ	
Вхідний №	1306
Надійшло	26.08.26 р.

наукових досліджень у розділі «Енергетика та енергоефективність» (постанова КМУ № 463 від 09.05.2023). Робота пов'язана з тематиками кафедри інженерних дисциплін Дунайського інституту НУ «Одеська морська академія» та узагальнює результати НДР «Підвищення енергоефективності у судноплавстві» (ДР № 0118U007606) і «Підвищення ефективності експлуатації морських суден та суден внутрішнього плавання» (ДР № 0123U101516), у яких здобувач був керівником.

Викладене підтверджує актуальність і своєчасність обраної теми, а її розв'язання є затребуваним практикою внутрішнього водного транспорту Дунайського регіону.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки й рекомендації, сформульовані в дисертації, є обґрунтованими та достовірними. Це забезпечено коректною постановкою мети й чотирьох головних задач дослідження, послідовним застосуванням адекватного математичного апарату та узгодженістю розрахункових результатів з даними натурних вимірювань і незалежними джерелами (показник *EEOI*, дані Європейського агентства з довкілля ЕЕА).

Достовірність результатів забезпечено обґрунтованим використанням комплексу методів дослідження: системного аналізу й декомпозиції рейсу за етапами – при дослідженні факторів енергоефективності; математичного моделювання та дискретизації інтегральних показників – при побудові способу оцінки; гідродинамічного аналізу опору й потрібної потужності – при формуванні моделі руху каравану; параметричної діагностики робочого процесу суднових двигунів (аналітична синхронізація) – при опосередкованому визначенні ефективної потужності та оцінюванні технічного стану ГЕУ за відносним показником δSFC ; імовірнісного моделювання методом Монте-Карло з аналізом чутливості за коефіцієнтами рангової кореляції Спірмена та авторегресійного моделювання (AR(1)) рядів

рівнів води – при побудові прогнозного блоку; кореляційного, ієрархічного кластерного (UPGMA) та регресійного аналізу – при статистичній характеристиці гідрологічного режиму.

Емпіричну базу дослідження становлять: масив 14 реальних рейсів суден ПрАТ «Українське Дунайське пароплавство» (116 сегментів); масив 265 798 добових записів рівнів води 71 водомірного поста Дунаю за 2005–2020 рр., оброблений власним програмним парсером мовою Python; результати натурних вимірювань на пасажирському теплоході m/v Lisabelle. Оцінювання невизначеності виконано за рекомендаціями GUM. Наведений обсяг вихідних даних і застосованих методів дає підстави вважати одержані результати достовірними.

Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи Тарасенко Т. В. полягає в такому.

Вперше:

розроблено спосіб оцінки енергоефективності руху суден внутрішнього судноплавства, що ґрунтується на показнику типу *EEOI* й адаптує його до змінних мілководних умов руху караванів через гідрологічне нормування транспортної роботи коефіцієнтом мілководного опору k_H , і, на відміну від орієнтованих на морські судна індексів *EEDI*, *EEXI*, *EEOI*, *EEDIBinnen*, забезпечує нормовану й порівнянну оцінку рейсів за змінного складу каравану та змінних гідрологічних умов Дунаю;

запропоновано посегментно-дискретну форму показника енергоефективності 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 імовірнісно-прогностичне розширення оцінки, яке поєднує Монте-Карло симуляцію рейсу з авторегресійним прогнозом (AR(1)) рівнів

води 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 типовими класами та явними кількісними критеріями активації, інтегровану з параметричною діагностикою робочого процесу головних двигунів.

Удосконалено:

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

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, а також статистичну характеристизацію гідрологічного режиму Дунаю; метод параметричної діагностики робочого процесу суднових двигунів – поширенням його на опосередковане визначення ефективної потужності та діагностику технічного стану за показником δSFC без прямих вимірювань; спосіб оцінки енергоефективності – адаптацією показника до пасажирських суден через транспортну роботу в пасажиро-кілометрах (EE_{pass}).

Наукове і практичне значення одержаних результатів

Наукове значення роботи полягає у створенні теоретичних і методологічних засад нормованої, порівнянної оцінки енергоефективності руху суден внутрішнього судноплавства зі змінним складом каравану та в

умовах суттєвої гідрологічної варіабельності – задачі, яку наявні індекси коректно не розв'язують.

Практичне значення полягає в тому, що спосіб та його програмна реалізація доведені до рівня інструмента підтримки прийняття рішень, придатного для безпосереднього використання в експлуатаційній і управлінській практиці. Зокрема, результати дають змогу: здійснювати оперативну оцінку та порівняльний аналіз енергоефективності рейсів за штатними експлуатаційними даними без втручання в конструкцію ГЕУ й виявляти резерви зниження витрати палива (до 14,5–16,3 % на проаналізованому масиві); обґрунтовувати пріоритетність проєктів модернізації та переведення суден на альтернативні палива; кількісно оцінювати кліматичний ефект модального зсуву вантажопотоків; формувати корпоративні стандарти енергоефективності та підтримувати моніторинг і звітність щодо вуглецевої інтенсивності флоту відповідно до регуляторного контексту ЄС.

Результати впроваджено в діяльності Дунайської Комісії (при підготовці Додатка 5 до Дорожньої карти декарбонізації дунайського флоту), у практику ПрАТ «Українське Дунайське пароплавство» (у тому числі на т/х «Механик Синилов»), при апробації на пасажирському теплоході m/v «Lisabelle» та в навчальному процесі кафедри інженерних дисциплін Дунайського інституту НУ «Одеська морська академія», що підтверджено відповідними актами.

Повнота викладення результатів дисертації в наукових виданнях

Основні результати дисертації опубліковано у 71 науковій праці, у тому числі 23 наукових статтях у фахових виданнях України та інших держав (з них 4 – у виданнях наукометричної бази Scopus: Q2 – 1 стаття, Q4 – 3 статті) та 48 тезах доповідей міжнародних конференцій, конгресів і семінарів. У працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок здобувача зазначено. Рівень і кількість публікацій, рівень апробації відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Здобувач коректно задекларував використання інструментів генеративного штучного інтелекту для допоміжних технічних завдань (обробка даних, попереднє впорядкування джерел, мовна редактура) із зазначенням, що всі наукові положення, постановки задач, інтерпретація результатів і висновки сформульовані здобувачем особисто та перевірені за первинними даними, що відповідає вимогам Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук.

Дотримання принципів академічної доброчесності

Задля підтвердження дотримання принципів академічної доброчесності здобувачем розглянуті надані два звіти Детектору Плагіату v.2965 від 29.06.2026 (ліцензія ДІНУОМА, кафедра ІД; 1 – за результатами перевірки по інтернет-джерелах та 2 – за базою даних академічних текстів). Згідно зі звітами дисертація містить не менше 97,87 % оригінального тексту та не більше 2,13 % загальної подібності тексту, що пояснюється посиланнями на власні наукові статті здобувача. Детальний аналіз тексту не виявив ознак академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації. Здобувач коректно задекларував використання інструментів генеративного штучного інтелекту для допоміжних технічних завдань для обробки відкритих даних, попереднього впорядкування джерел, мовної редактури, а також зазначив, що всі наукові положення, постановки задач, інтерпретація результатів і висновки сформульовані здобувачем особисто та перевірені за первинними даними. Це підтверджує дотримання здобувачем принципів академічної доброчесності. Використані в дисертації ідеї, положення чи гіпотези інших авторів мають відповідні посилання і застосовані лише для підкріплення ідей здобувача.

Відповідність дисертації спеціальності 05.22.20

Дисертаційна робота Тарасенко Т. В. відповідає паспорту спеціальності 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту, а саме напрямом: підвищення паливної економічності та покращення екологічних показників засобів транспорту в умовах експлуатації, розробка ресурсозберігаючих

екологічно чистих технологій експлуатації засобів транспорту, охорона навколишнього середовища від шкідливого впливу засобів транспорту на всіх етапах їх життєвого циклу, розробка методів оцінювання та способів підвищення екологічної безпеки засобів транспорту, створення наукових основ і методів розрахунку параметрів та управління технічним станом засобів транспорту. За обсягом, актуальністю, рівнем наукової новизни та практичної цінності робота відповідає вимогам Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою КМУ № 1197 від 17.11.2021 (зі змінами).

Зауваження щодо дисертації

Поряд із загальною позитивною оцінкою роботи слід висловити такі зауваження та побажання.

1. У Додатку Є наведено дві параметризації гідрологічного множника k_H (А і В), а в масиві з 14 рейсів для 12 рейсів множник обчислено за реконструйованою посегментною глибиною H (параметризація А), тоді як для двох рейсів використано фактичні посегментні вимірювання глибини та в явному вигляді не позначено, за якою параметризацією обчислено гідрологічний множник. Чи не впливає така неоднорідність вихідних даних на порівнянність отриманих результатів і яким чином це враховано в методиці?

2. Кількісні оцінки потенціалу підвищення енергоефективності (14,5–16,3 % палива) ґрунтуються на масиві з 14 рейсів, причому понад 85 % відновлюваного потенціалу акумулюють лише два аномальні рейси (P5, P12). Доцільно оцінити статистичну репрезентативність вибірки та стійкість оцінки потенціалу до складу масиву рейсів.

3. У прогностному блоці коефіцієнт авторегресії AR(1) на нижніх ділянках Дунаю сягає значення $\phi \approx 0,99$, що наближається до одиничного кореня. Це ставить питання про стійкість AR(1)-прогнозу та коректність побудованих довірчих інтервалів на таких ділянках; у роботі бракує явного підтвердження виконання передумов моделі.

4. Метод параметричної діагностики (аналітична синхронізація) поширено на опосередковане визначення ефективної потужності ГЕУ в умовах, коли пряме вимірювання потужності на штовхачах неможливе. Робота виграла б від наведення оцінки похибки такого опосередкованого визначення відносно еталонного (прямого) вимірювання хоча б для одного об'єкта.

5. При апробації способу на пасажирському теплоході m/v «Lisabelle» зазначено, що окремі режими часткового навантаження були виключені з діагностичного аналізу у зв'язку з отриманими аномальними значеннями відносної питомої ефективної витрати палива δSFC . Водночас критерій віднесення цих режимів до аномальних та обґрунтування їх виключення з аналізу розкрито недостатньо. Бажано уточнити критерій прийнятності режимів для діагностичного аналізу та пояснити, чи впливає виключення таких режимів на узагальнену оцінку енергоефективності.

6. У роботі для вантажних суден транспортну роботу оцінено у тонно-кілометрах, а для пасажирських – у пасажиро-кілометрах. Бажано детальніше обґрунтувати доцільність використання різних показників транспортної роботи та пояснити, яким чином це впливає на інтерпретацію показників енергоефективності.

7. При зіставленні результатів з даними ЕЕА питомі викиди для m/v «Lisabelle» наведено у діапазоні 139–393 г CO₂-екв/(пас·км). Бажано детальніше пояснити, які експлуатаційні чинники зумовлюють такий діапазон значень, щоб забезпечити коректність їх інтерпретації при порівнянні з іншими видами транспорту.

Висловлені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи, мають переважно дискусійний характер і можуть слугувати напрямами подальших досліджень.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Тарасенко Тетяни Владиславівни «Розробка способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому

судноплавстві» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальну науково-прикладну задачу – розроблено науково обґрунтований спосіб оцінки енергоефективності руху суден внутрішнього судноплавства (самохідних суден і штовхачів з караванами несамохідних барж) у змінних навігаційних та експлуатаційних умовах, придатний для управління енергоефективністю флоту та гармонізований з регуляторними вимогами ЄС.

Дисертація містить нові науково обґрунтовані результати, що мають істотне значення для експлуатації суден внутрішнього водного транспорту. Основні результати відповідають паспорту спеціальності 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Автореферат відображає основний зміст дисертації.

Вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року (зі змінами), а її автор, Тарасенко Тетяна Владиславівна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор кафедри
суднових енергетичних установок та комплексів,
проректор з навчально-організаційної
роботи Одеського національного
морського університету

Олександр ШУМИЛО

Засвідчую підпис

Фахівець ВК

