

ВІДГУК

офіційного опонента – доктора технічних наук, професор кафедри вагонів та вагонного господарства Національного транспортного університету

ФОМІНА Олексія Вікторовича

на дисертаційну роботу **ТАРАСЕНКО Тетяни Владиславівни**

«Розробка способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому судноплаванні», подану на здобуття

наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю

05.22.20 – «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»

Актуальність теми дисертації

У роботі вирішується актуальна науково-прикладна проблема, що має вагоме значення для галузі внутрішнього водного транспорту й полягає у створенні науково обгрунтованого способу оцінки енергоефективності руху суден внутрішнього судноплавства – самохідних суден і штовхачів з караванами несамохідних барж – у змінних навігаційних та експлуатаційних умовах Дунаю. Проблема набуває особливої гостроти у зв'язку з визнанням внутрішнього водного транспорту одним із ключових інструментів європейської стратегії декарбонізації, посиленням екологічних і регуляторних вимог ЄС до суден внутрішнього плавання та переходом від конструктивно-технічної до експлуатаційної оптимізації.

Актуальність зумовлена наявним науковим протиріччям: чинні індекси енергоефективності (*EEDI*, *EEXI*, *EEOI*, *EEDIBinnen*) орієнтовані на морські судна та стаціонарні умови експлуатації і не забезпечують коректної, нормованої й порівнянної оцінки рейсів дунайських караванів зі змінним складом та за суттєвого впливу гідрологічних умов. Це унеможлиблює об'єктивне порівняння рейсів, обгрунтування експлуатаційних рішень та участь підприємств у системах нормування й звітності щодо вуглецевої інтенсивності флоту, які формуються в регуляторному полі ЄС. Розв'язання цього протиріччя затребуване як судноплавними компаніями, так і органами регулювання дунайського судноплавства.

Таким чином, актуальність представленої дисертаційної роботи не викликає сумнівів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»	
КАНЦЕЛЯРІЯ	
Вхідний №	1291
Надійшло	29.09.2020 р.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана відповідно до основних положень «Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» (постанова Кабінету Міністрів України від 27.12.2024 № 1550) та пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень у розділі «Енергетика та енергоефективність» (постанова Кабінету Міністрів України № 463 від 09.05.2023). Робота є складовою частиною науково-дослідних робіт, виконаних у Дунайському інституті Національного університету «Одеська морська академія»: «Підвищення енергоефективності у судноплавстві» (ДР № 0118U007606) та «Підвищення ефективності експлуатації морських суден та суден внутрішнього плавання» (ДР № 0123U101516), керівником яких був здобувач.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у докторській дисертації

Обґрунтованість наведених у дисертації наукових положень, висновків і рекомендацій ґрунтується на використанні у взаємозв'язку теоретичних, чисельних та експериментальних методів дослідження:

системного аналізу й декомпозиції рейсу за етапами – для дослідження факторів енергоефективності та побудови концептуальної моделі процесу руху каравану;

математичного моделювання й дискретизації інтегральних показників – для формалізації способу оцінки та усунення математичної невизначеності стандартного показника *EEOI* на етапах рейсу з нульовою транспортною роботою;

гідродинамічного аналізу опору й потрібної потужності – для побудови моделі руху штовхача з караваном з урахуванням мілководних умов через коефіцієнт мілководного опору k_H ;

параметричної діагностики робочого процесу суднових двигунів (аналітичної синхронізації) – для опосередкованого визначення ефективної потужності головної енергетичної установки та оцінювання її технічного стану за відносним показником δSFC ;

імовірнісного моделювання методом Монте-Карло, авторегресійного моделювання (AR(1)) рядів рівнів води, кореляційного, ієрархічного кластерного (UPGMA) та регресійного аналізу – для побудови прогнозного блоку й статистичної характеристики гідрологічного режиму Дунаю.

Достовірність результатів підтверджується узгодженістю розрахунків з даними натурних вимірювань та незалежними джерелами: масивом 14 реальних рейсів суден ПрАТ «Українське Дунайське пароплавство» (116 сегментів), масивом 265 798 добових записів рівнів води 71 водомірного поста Дунаю за 2005–2020 рр., даними Європейського агентства з довкілля (EEA), а також оцінюванням невизначеності за рекомендаціями GUM. Наведене дає підстави вважати наукові положення й висновки обґрунтованими та достовірними.

Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна роботи полягає у розробленні науково обґрунтованого способу оцінки енергоефективності руху суден внутрішнього судноплавства, придатного для управління енергоефективністю флоту та гармонізованого з регуляторними вимогами ЄС.

Вперше:

1. 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;
2. 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 показника *EEOI* при нульовій транспортній роботі на окремих етапах рейсу;
3. побудовано імовірісно-прогностичне розширення оцінки, що поєднує Монте-Карло симуляцію рейсу з авторегресійним прогнозом (AR(1)) рівнів води й перетворює показник на випадкову величину з визначеними розподілом, імовірнісним інтервалом та ймовірністю перевищення цільового рівня;
4. розроблено систему алгоритмів обґрунтування експлуатаційних рішень із чотирма класами типових рішень і кількісними критеріями активації,

інтегровану з параметричною діагностикою робочого процесу головних двигунів.

Набули подальшого розвитку:

1. теоретичні уявлення про енергоефективність руху суден внутрішнього судноплавства – через урахування спільного впливу складу каравану, гідрологічних умов мілководних ділянок і профілю режимів роботи головної енергетичної установки, а також статистичну характеристику гідрологічного режиму Дунаю;

2. метод параметричної діагностики робочого процесу суднових двигунів (аналітична синхронізація) – поширенням його на опосередковане визначення ефективної потужності та діагностику технічного стану установки за показником δSFC в умовах, коли пряме вимірювання потужності на штовхачах неможливе;

3. спосіб оцінки енергоефективності в частині поширення за межі вантажного сегмента – адаптацією показника до пасажирських суден через транспортну роботу в пасажиро-кілометрах (показник EE_{pass} , формула (5.5)).

Удосконалено:

1. модель гідродинамічного опору й потрібної потужності руху штовхача з караваном у дунайських умовах – введенням 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.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації

За результатами досліджень опубліковано 71 наукову працю, у тому числі: 23 наукові статті у фахових виданнях України та інших держав, з них 4 – у виданнях наукометричної бази Scopus (Q2 – 1 стаття, Q4 – 3 статті); 48 тез доповідей міжнародних конференцій, конгресів і семінарів. У працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок здобувача зазначено. Кількість і рівень публікацій, рівень апробації відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Відсутність (наявність) академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації

Під час виконання дисертації здобувач дотримувався принципів академічної доброчесності. Використані в дисертації ідеї, положення чи гіпотези інших авторів мають відповідні посилання і застосовані лише для підкріплення ідей здобувача. Згідно зі звітами Детектору Плагіату v. 2965 від 29.06.2026 дисертація має 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 (обробка відкритих 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.

Зауваження та/або дискусійні питання стосовно положень докторської дисертації

1. У способі оцінки транспортну роботу нормовано до стандартних гідрологічних умов через коефіцієнт мілководного опору k_H (формули (3.19)–(3.20)). Водночас у роботі недостатньо чітко зафіксовано, який саме гідрологічний стан прийнято за стандартний (референсний) і чи узгоджений він із загальноприйнятою регуляторною базою (наприклад, з характерними рівнями води, що використовуються Дунайською Комісією). Оскільки від вибору референсного стану залежить порівнянність нормованих показників, доцільно було явно обґрунтувати й унормувати цей вибір.

2. У п. 3.4.1 написано: «Для кожної групи використовуються емпіричні розподіли...». Потім написано «застосовуються параметричні наближення». Далі, у п. 3.4.2 написано «прийнято усічений нормальний (розподіл)». Тобто в рамках п. 3.4 застосовуються три різні твердження щодо розподілів: емпіричні; параметричні; нормальний. Доцільно більш чітко пояснити логічний перехід від емпіричних розподілів до їх параметричних апроксимацій та обґрунтувати вибір конкретних законів розподілу.

3. У роботі показано непридатність індексу *EEDIBinnen* до умов дунайських караванів, проте бракує розгорнутого зіставлення запропонованого способу з чинним європейським регуляторним інструментарієм для суден внутрішнього плавання (стандарт ES-TRIN,

підходи CESNI) та з вимогами Регістру судноплавства України до суден внутрішнього плавання. Таке зіставлення підвищило б регуляторну застосовність результатів.

4. Транспортну роботу приведено до тонно-кілометрів (вантажний сегмент) і пасажиро-кілометрів (формула (5.5)), а в перспективах згадано варіант GT·км. З погляду систем моніторингу й звітності щодо вуглецевої інтенсивності доцільно було обґрунтувати вибір знаменника показника для рейсів зі змішаним або баластним пробігом, де тонно-кілометр втрачає інформативність, та узгодити його з підходами звітності ЄС.

5. У системі алгоритмів обґрунтування рішень активацію класу технічного обслуговування прив'язано до критерію $\delta SFC > 1,10$. Основу для вибору саме цього порогового значення та його зв'язок з допустимими межами виробників двигунів і з вимогами щодо викидів у тексті розкрито недостатньо; бажано навести обґрунтування порога.

6. Результати впроваджено в діяльності Дунайської Комісії (при підготовці Додатка 5 до Дорожньої карти декарбонізації дунайського флоту) та в практику ПрАТ «Українське Дунайське пароплавство». Доцільно було чіткіше зазначити статус і форму цих упроваджень (характер документів, що їх засвідчують), оскільки для регуляторного застосування важлива формалізованість відповідних актів.

7. У розділі 5 при зіставленні з даними ЕЕА питомі викиди для пасажирського теплохода m/v Lisabelle наведено в діапазоні 139–393 г CO₂-екв/(пас·км). Широта діапазону потребує додаткового пояснення щодо умов (завантаженість, напрям руху, ділянка), за яких досягаються його межі, аби уникнути неоднозначного тлумачення при порівнянні з іншими видами транспорту у звітних цілях.

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

Загальний висновок

Дисертаційна робота Тарасенко Тетяни Владиславівни «Розробка способу оцінки енергоефективності руху суден у внутрішньому судноплавстві» є завершеною науковою працею, що в сукупності вирішує актуальну й важливу науково-прикладну проблему в галузі внутрішнього водного транспорту щодо підвищення енергоефективності експлуатації суден

Тема, зміст і результати дисертації в повній мірі відповідають паспорту спеціальності 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту, а також вимогам «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року (зі змінами). Автор дисертації, Тарасенко Тетяна Владиславівна, заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту.

професор кафедри
електромеханіки та рухомого складу залізниць
Національного транспортного університету,
доктор технічних наук, професор

лізниць
тету,

