

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента на дисертаційну роботу**  
**Тарасенко Тетяни Владиславівни**  
**«ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУДЕН ПРИ РОБОТІ НА**  
**КОРОТКИХ МОРСЬКИХ ЛІНІЯХ (НА ПРИКЛАДІ СУДЕН З ГВИНТОМ**  
**РЕГУЛЬОВАНОГО КРОКУ)»**,  
**представлену на здобуття наукового ступеня**  
**кандидата технічних наук за спеціальністю**  
**05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту**

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

Роботу виконано в Одеській національній морській академії Міністерства освіти і науки України. Вона складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Дисертація містить 149 сторінок машинописного тексту, 127 найменувань використаних джерел, 53 рисунки та 8 таблиць. У додатках наведено результати допоміжних розрахунків та акти впровадження результатів роботи.

Дисертаційна робота за винятком несуттєвих недоробок оформлена у відповідності зі стандартом ДСТУ 3008-95 "Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення". Дисертацію написано російською мовою. Подання матеріалу послідовне, розкриває повністю рішення поставленої проблеми, викладено на технічно грамотній мові.

За обсягом і структурою робота, що рецензується, перебуває в межах встановлених вимог ВАК України. Зміст автореферату відповідає змісту дисертації і дає повне уявлення про роботу.

Автореферат обсягом 0,9 авторських аркуша написано українською мовою, розісланий 14 серпня 2015 року.

**Зміст дисертації, об'єкт і предмет дослідження.** Зміст дисертації відповідає спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту (напрямок 2 – «Системні властивості засобів транспорту в умовах експлуатації: надійність, безвідмовність, довговічність, паливна економічність, ремонтна придатність, безпека використання, екологічність, ергономічність,

естетичність і методи їх оптимізації», 4 – «Методи підвищення паливної економічності та поліпшення екологічних показників засобів транспорту в умовах експлуатації. Розроблення ресурсозберігальних екологічно чистих технологій експлуатації засобів транспорту. Розширення паливної бази засобів транспорту» та 5 – «Охорона навколишнього середовища від шкідливого впливу засобів транспорту на всіх етапах життєвого циклу. Розроблення методів оцінювання та способів підвищення екологічної безпеки засобів транспорту» паспорту спеціальності).

Об'єктом дослідження став процес морського перевезення.

Предметом дослідження – показник енергоефективності експлуатації судна на маршрутах морського перевезення.

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми, визначено об'єкт і предмет наукового дослідження, мету та його основні завдання, наукову новизну, теоретичне та практичне значення отриманих результатів, зазначено повноту їх викладення в публікаціях та ступінь їх апробації на конференціях.

**У першому розділі** проведено аналітичний огляд наукових праць за тематикою дослідження, розглянуто проблеми планування енергоефективності для суден у експлуатації, пошуку шляхів зниження значень індексів енергоефективності при плаванні в різних погодних умовах на коротких морських лініях, що пов'язане з найбільш частою зміною режимів руху, співрозмірністю морського переходу і періодів руху в умовах фарватеру обмеженої глибини, що ускладнює завдання визначення фактичних значень показника операційної енергоефективності.

В результаті аналізу публікацій визначено питання підвищення енергоефективності, що залишаються невирішеними, зокрема необхідність досліджень резерву зниження показників операційної енергоефективності для суден в експлуатації.

**У другому розділі** обґрунтовано вибір теми дослідження, виконано постановку мети і завдань дослідження, описано основні тенденції, методів розрахунків, викладено основні гіпотези. Обґрунтовано підходи до вирішення

завдань та досягнення цілей дослідження, які пов'язані з наявністю основних факторів досягнення необхідного значення показника операційної енергоефективності, до яких відносяться: вибір раціональної швидкості руху на всіх етапах рейсу, включаючи мілководні ділянки та вузькості, вибір оптимального курсового куту зустрічі хвиль в умовах хвилювання з метою зниження потужності головних двигунів, зниження опору руху судна. За результатами аналізу основних методів розрахунків встановлено, що підвищення енергоефективності судна при експлуатації на коротких морських лініях шляхом вибору гарантуючої стратегії прийняття рішень на системному рівні визнається актуальним.

**Третій розділ** присвячено моделюванню алгоритму визначення експлуатаційної (операційної) енергоефективності судна на коротких морських лініях та визначення моделі рішення поставлених завдань. Розглянуто питання маршрутизації за погодними умовами, сформовано покроковий алгоритм розрахунку опору руху судна для різних умов плавання. В дисертаційній роботі розрахункова швидкість руху судна розглядається з урахуванням впливу природних факторів та можливих проявів небезпечних явищ штормового плавання. Визначення опору руху судна на морській частині маршруту з урахуванням погодних умов та інтенсивності морського хвилювання покладено до основи подальших розрахунків характеристик роботи елементів пропульсивного комплексу з урахуванням динамічного впливу морського хвилювання. Отримано залежності питомої ефективної витрати палива та ефективної потужності головного двигуна з ГРК та з регулятором навантаження від швидкості руху судна, сили та напрямку вітру та хвилювання, що дозволяє сформулювати коректний спосіб оцінки показників експлуатаційної енергоефективності та оцінити резерви їх зниження для суден в експлуатації.

**У четвертому розділі** наведено опис експериментального підтвердження достовірності прийнятої розрахункової моделі. Експеримент проводився на судах типу т/х «Ізмаїл» ПрАТ «Українське Дунайське

пароплавання». У розділі наведено інформацію про стан суден, на яких проводилися експериментальні спостереження, маршрути руху, а також найбільш значущі результати спостережень. Для суден типу т/х «Ізмаїл» визначено резерв підвищення енергоефективності судна з ГРК при ефективній роботі регулятора навантаження (відсутність розгону і атмосферної кавітації гвинта) за значенням показника операційної енергоефективності *EEOI* – до 25 % залежно від стану погодних умов. При цьому резерв підвищення економічності роботи суден серії «Ізмаїл» за критерієм витрати палива складає до 10...12 % в зоні розвиненого хвилювання і до 1,2...3,8 % в цілому за рейс; зниження значень показників експлуатаційної енергоефективності *EEOI* в зоні розвиненого хвилювання до 21...25 %, і в цілому за рейс до 4...10 % за умови вибору обґрунтованої економічної швидкості руху і курсового кута. В результаті автор підтверджує достовірність розрахункової моделі як інструменту прогнозування ходових характеристик судна та його енергоефективності в реальних умовах експлуатації.

**У висновках** по роботі викладено отримані автором наукові та практичні результати і перспективи їх використання.

## АКТУАЛЬНІСТЬ

Одним з актуальних сучасних напрямків розвитку міжнародного судноплавання вважаються перевезення «ріка-море» та короткі морські лінії *Short Sea Shipping*. Відповідно до статистичних даних *European Shortsea Network (ESN)* у країнах Європейського Союзу спостерігається стала тенденція зростання таких перевезень.

Враховуючи певні особливості окремих частин коротких морських ліній (наявність ділянок одностороннього руху; перекати, що обмежують прохідні осадки та габаритні розміри проходів під мостами на річкової частині; сезонні вітро-хвильові режими у відкритому морі), актуальним є вирішення наступних завдань:

– створення оптимального типу судна змішаного «ріка-море» плавання, здатного за габаритами, маневренним та ходовим характеристикам ефективно працювати на даних маршрутах;

– оптимізація руху на даних маршрутах з метою уникнення довгих неефективних простоїв суден при одночасному забезпеченні безпеки судноплавства.

Водночас слід зауважити, що введені Міжнародною морською організацією (*International Maritime Organization, IMO*) спеціальні вимоги з формування концепції та регулювання підвищення енергетичної ефективності суден у міжнародному морському судноплавстві активно розглядаються також учасниками внутрішнього судноплавства з метою їх застосування та підвищення енергетичної ефективності суден у внутрішньому судноплавстві, а також у перевезеннях «ріка-море». Будівництво нових суден з урахуванням необхідності виконання встановленого рівню показників енергоефективності, експлуатація флоту у відповідності з судовим планом енергоефективності *SEEMP* дозволять зберегти положення судноплавної галузі у якості найбільш екологічної та економічно ефективною, а можливо і підвищать рейтинги її загальної ефективності на світовому транспортному ринку. Активно проводиться подальша робота усіх учасників судноплавної галузі з метою уточнення та вдосконалення регулювання питань енергетичної ефективності міжнародного морського та внутрішнього судноплавства. Тому, розглядаючи повний спектр питань підвищення енергоефективності у перевезеннях водними шляхами у комплексі, розробка науково-обґрунтованих положень та рекомендацій щодо впорядкування критеріїв економічності при виконанні енергетичних показників судна, створення комплексної системи рейсового планування при мінімізації енергоресурсу та підвищенні експлуатаційної енергоефективності судна, що є основним завданням досліджень здобувача як з позицій теоретичних, так і практичних та комерційних підходів, вважається актуальною.

Актуальність теми також підтверджується актами впровадження та виконаним комплексом науково-дослідних робіт в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи Одеської національної морської академії за темою «Розвиток сучасної теорії і практики технічної експлуатації морського і річкового флоту: концепції, методи, технології», ДР № 0114U000346, де автором виконано окремий розділ.

## **НОВИЗНА НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ**

Наукова новизна отриманих результатів полягає в сценарному підході до розробки алгоритму вибору стратегії прийняття рішень, що гарантує мінімальну різницю між гарантованою оцінкою (конструктивна енергоефективність) та гарантованою стратегією (операційна енергоефективність), шляхом зміни складових складного руху судна в залежності від інтенсивності дії природних невизначених факторів. Дисертантом отримані наступні наукові результати:

- верше розроблено метод декомпозиції маршруту морського перевезення на ділянки з детермінованими квазістаціонарними природними умовами, показник операційної енергоефективності судна *EEOI* на яких зберігає постійне значення;

- отримано постійні значення показника операційної енергоефективності судна в умовах природних невизначеностей, що підтримуються в режимі руху варіюванням швидкості ходу та напрямку руху судна;

- на морських ділянках руху визначено достовірність ступеню впливу нерегулярного хвилювання на судно, що визначається коефіцієнтом динамічності пакету хвиль з центральною хвилею, що забезпечується приведенням хвилювання до одного центру з двома відомими спектрами;

- вперше визначено взаємозв'язок між показником операційної енергоефективності роботи судна і величиною витрати палива енергетичною установкою при зміні невизначеностей природних факторів з розрахунковою

точністю середньоквадратичної похибки 1...1,5 % яка має постійний параболічний характер.

**Отримала подальший розвиток** розрахункова модель визначення операційного індексу енергоефективності судна, що відрізняється застосуванням принципу суперпозиції ділянок з квазістаціонарними, умовно детермінованими характеристиками природних факторів і режимів роботи пропульсивного комплексу судна з ГРК.

Удосконалено методику розрахунку характеристик ходовості і мореплавності судна, що враховують вимоги безпеки, під час руху в умовах природних невизначеностей і обмежень.

### **СТУПІНЬ ОБГРУНТОВАНOSTІ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА ФІЗИЧНА ОСНОВА ДОСЛІДЖЕНЬ**

Робота містить аналіз характеристик роботи суднового пропульсивного комплексу, ходовості та мореплавності як характеристик, які прямо або опосередковано впливають на значення показників енергоефективності та одночасно формують резерв підвищення енергоефективності. Виконано пошук способу детермінування природних невизначеностей, в реальних умовах експлуатації суден, що закладає основу для визначення резерву підвищення енергоефективності шляхом мінімізації показників операційної енергоефективності. Робота включає розробку математичної моделі розрахунку опору руху для судна в умовах морського хвилювання та обґрунтування доцільності застосування коефіцієнта динамічності для визначення ступеню впливу нерегулярного морського хвилювання на характеристики ходовості судна.

Детальне ознайомлення з текстом дисертації дає підстави стверджувати, що підхід автора до питань підвищення енергоефективності відрізняється фундаментальністю, ґрунтовністю дослідження. Варто відзначити чітку структурованість роботи, логічність викладу, якісне оформлення наукового апарату роботи.

Обґрунтованість наведених висновків базується на грамотному використанні загальнонаукових методів: системного підходу – при розробці загальної методології дослідження; експертних оцінок – при виборі теми дослідження; дедукції – у процесі інформаційного пошуку; математичного моделювання – при дослідженні процесів ходовості і мореплавності; ситуаційного підходу – при створенні алгоритму вирішення головного завдання; вибору (прийняття рішень) – при аналізі проблеми вибору і прийняття рішень в умовах невизначеності; експерименту – при підтвердженні достовірності отриманих наукових результатів; статистичні – при обробці експериментальних даних.

**Методика** розрахунку опору руху судна в умовах дії природних факторів дозволяє врахувати інтенсивність та напрям морського нерегулярного хвилювання та вітру при розрахунку характеристик роботи пропульсивного комплексу судна – питомої ефективної витрати палива та ефективної потужності, що у свою чергу складає основу для удосконалення розрахунків показників енергоефективності. Адекватність результатів розрахунку підтверджено експериментальними даними.

**Фізичну основу** дослідження становлять процеси руху судна на межі двох серед, а також процеси роботи елементів пропульсивного комплексу судна в умовах дії природних факторів різної інтенсивності, напряму та фізичної природи.

Розроблена розрахункова модель визначення показників експлуатаційної енергоефективності та гарантуюча стратегія їх мінімізації шляхом зміни складових складного руху судна в залежності від інтенсивності дії природних факторів.

Коректна фізична та математична постановки дослідження, застосування фундаментальних законів дають підстави стверджувати про достатній рівень обґрунтованості наукових положень роботи.



## **ОЦІНКА ЗМІСТУ ТА ЗАВЕРШЕНОСТІ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Зміст дисертації відповідає галузі знань у напрямку спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, яка пов'язана з дослідженнями системних властивостей засобів транспорту в умовах експлуатації (зокрема, паливної економічності, екологічності) і методів їх оптимізації; методами підвищення паливної економічності та поліпшення екологічних показників засобів транспорту в умовах експлуатації; охороною навколишнього середовища від шкідливого впливу засобів транспорту на всіх етапах життєвого циклу, розробленням методів оцінювання та способів підвищення екологічної безпеки засобів транспорту. Наукові та практичні результати, отримані автором роботи, у сукупності вирішують актуальне науково-прикладне завдання підвищення енергоефективності судна, що експлуатується, при використанні конвенційних показників, які застосовуються не тільки для нових суден, але і для суден, що побудовано і введено в експлуатацію до набуття чинності конвенційних вимог з енергоефективності.

Наукові результати отримано автором **особисто**.

### **ДОСТОВІРНІСТЬ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

Достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій забезпечено задовільним узгодженням результатів розрахунків характеристик роботи елементів пропульсивного комплексу за розробленою математичною моделлю з експериментальними даними та не викликає сумніву.

### **ЗНАЧЕННЯ ОТРИМАНИХ В РОБОТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ДЛЯ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ**

**Теоретичне значення** полягає у можливості їхнього використання:

– для подальшого теоретичного і емпіричного дослідження проблеми підвищення енергоефективності суден під час морських та трансокеанських переходів;

- для поглибленого дослідження окремих складових показників енергоефективності, зокрема фактору впливу морського хвилювання  $f_w$ ;
- для подальшого дослідження коефіцієнта динамічності та його застосовності для врахування динаміки океанського хвилювання на ходовості;
- у навчальному процесі, а саме: у викладанні курсів з теорії та будови судна та рушіїв.

**Практична цінність** полягає у наступному:

- обґрунтовано можливість переведення експлуатації суден за конвенційними показниками енергоефективності на відміну від раніше використовуваної параметричної оцінки ефективності процесу морського перевезення;
- визначено резерв підвищення енергоефективності судна з ГРК при ефективній роботі регулятора навантаження (відсутність розгону і атмосферної кавітації гвинта) за значенням показника операційної енергоефективності залежно від стану погодних умов;
- обґрунтовано можливість підвищення економічності роботи суден за критерієм витрати палива і за показником енергоефективності за умови вибору обґрунтованої економічної швидкості руху і курсового кута;
- наведено систему експлуатаційних спостережень з метою збору даних, аналіз та обробка яких надає можливість отримання залежності питомої ефективної витрати палива та показників енергоефективності від швидкості руху судна в умовах зовнішніх навантажень різної інтенсивності;
- удосконалено схему розробки судового плану енергоефективності.

Результати дисертаційної роботи вже використовуються при розробці і виконанні судових планів енергоефективності суден серії «Ізмаїл», що експлуатуються в ПрАТ «УДП», береговими підрозділами пароплавства при рейсовому плануванні та при аналізі звітів з суден, при підготовці бакалаврів напряму морський і річковий транспорт (спеціальності «Судноводіння», «Експлуатація судових енергетичних установок») Ізмаїльського факультету

Одеської національної морської академії в дисциплінах «Теорія та будова судна», «Теорія, устрій судна та рушії».

### **ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ**

Пропонується подальше впровадження результатів дисертаційної роботи при проектуванні суден, розробці і виконанні суднових планів енергоефективності морських суден вітчизняних судновласників, при рейсовому плануванні та аналізі звітів з суден, а також у підготовці бакалаврів у вищих навчальних закладах при виконанні бакалаврських дипломних проєктів.

### **ПОВНОТА ВИКЛАДЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ**

За темою дисертації опубліковано 18 друкованих наукових праць, у тому числі 16 статей у спеціалізованих виданнях (у рецензованих виданнях 11 у співавторстві; 4 роботи без співавторів; у закордонному – 1) 5 тез доповідей на конференціях та семінарах – у яких викладено, обговорено та схвалено усі результати дисертаційного дослідження.

### **ВІДПОВІДНІСТЬ ЗМІСТУ АВТОРЕФЕРАТУ ОСНОВНИМ ПОЛОЖЕННЯМ ДИСЕРТАЦІЇ**

Ознайомлення з текстом автореферату дисертації дає підстави стверджувати, що за структурою та змістом він відповідає вимогам, що пред'являє МОН України. У тексті автореферату відображено основні положення, зміст, результати і висновки здійсненого дисертаційного дослідження. Зміст автореферату та основні положення дисертації є ідентичними.

### **ЗАУВАЖЕННЯ ПО ДИСЕРТАЦІЙНІЙ РОБОТІ**

Разом з тим, по дисертаційній роботі слід зробити наступні зауваження.

1. На с. 45 наведено результати розрахунків опору руху на тихій воді для т/х «Ізмаїл» різними способами (рис. 2,1), але в основному тексті роботи ніде не наведено фактичної кривої, що отримано за результатами розрахунку відповідно до запропонованого алгоритму та підтверженої результатами експерименту.

2. У останньому абзаці с. 58 автор стверджує, що числове моделювання проводиться для постійного значення глибини фарватеру. Але це не коректне ствердження.

3. На с. 64 у останньому абзаці розгляд характеристик руху судна на хвилюванні ведеться за умовою, що у початковий момент часу центри обох систем координат, що розглядаються, чомусь суміщені та знаходяться на мідельшпангоуті судна на рівні поверхні води.

4. На с. 104 у останньому абзаці стверджується, що значення ККД гребного гвинта на хвилюванні та на тихої воді можуть бути визначені найбільш точно по кривих дії гребного гвинта. Але в роботі ці розрахунки не наведено та немає згадки про те, чи виконувались вони взагалі.

5. Можливо не достатньо визначено залежності для отримання графіків на рис. 3.19.

6. У розділі 3 наводяться результати розрахунку питомої ефективної витрати палива  $b_e$  [кг/кВт ч] (рис. 3.19), а у розділі 4 йдеться про витрату палива на одиницю шляху  $B$  [л/миля], що може сприйматися як порушення однаковості та ставити під сумнів відповідність результатів експерименту розрахунковій моделі.

7. Значення індексів  $EEOI$  и  $EEDI$  (рис. 4.19) відрізняються аж до одного порядку, при цьому графіки  $EEDI$  не мають оптимуму. Виходячи з положень, описаних на с. 17 складається враження щодо невідповідності розрахунків та експерименту, або щодо неможливості їх порівняння.

Загалом, дані зауваження не змінюють цінності дисертаційної роботи та не ставлять під сумнів отримані наукові результати.

## ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертаційна робота на тему «Підвищення енергоефективності суден при роботі на коротких морських лініях (на прикладі суден з гвинтом регульованого кроку)» виконана Тарасенко Тетяною Владиславівною вперше, є завершеною, самостійно підготовленою кваліфікованою науковою роботою, в якій отримано нові науково обґрунтовані та практично цінні результати. Актуальність обраної теми дисертації, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, новизна та повнота викладу в опублікованих працях повністю відповідають вимогам до кандидатських дисертацій.

Робота відповідає спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту та містить необхідні кваліфікаційні ознаки, що пред'являються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук (пункти 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013 року), а її автор Тарасенко Тетяна Владиславівна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент,  
професор кафедри морської  
логістики Національного  
університету кораблебудування  
ім. адм. Макарова,  
д.т.н., доцент

В. В. Зайцев

Підпис д.т.н., Зайцева В.В. засвідчую.  
Вчений секретар Національного  
університету кораблебудування  
ім. адм. Макарова



С. А. Уткіна