

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,
завідувача кафедри автомобільного транспорту та логістики
Національного університету «Одеська політехніка»

МЕЛЕНЧУК Тетяни Михайлівни

на дисертаційну роботу Волянського Сергія Михайловича «Підвищення ефективності експлуатації автономних морських транспортних засобів в умовах невизначеності», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

1. Актуальність теми дисертації та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

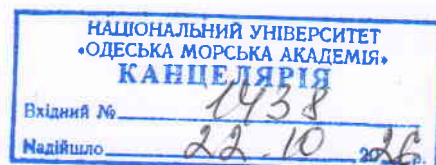
Динаміка сучасних перетворень у світових та національних транспортних комплексах чітко орієнтована на поглиблену автоматизацію та масштабне розгортання безекіпажних засобів і автономних морських платформ. Інтеграція автономних морських транспортних засобів (АМТЗ) у мультимодальні логістичні контури створює значний потенціал для мінімізації операційних витрат, прискорення вантажопотоків та нейтралізації ризиків, зумовлених людським фактором.

Водночас реальні умови технічної експлуатації АМТЗ супроводжуються високим рівнем стохастичної та нечіткої невизначеності зовнішнього гідрометеорологічного середовища, підвищеними ризиками відмов бортового обладнання, нестабільністю інформаційних каналів зв'язку та обмеженістю енергетичних ресурсів. Традиційні детерміновані підходи та неузгоджені локальні алгоритми управління мають обмежені можливості для забезпечення стійкості виконання автономних місій за одночасних змін технічного стану обладнання та зовнішніх умов.

У цьому контексті формування теоретико-методологічних засад інтегрованого управління ефективністю експлуатації АМТЗ на основі місійно-орієнтованого підходу, застосування цифрових двійників, адаптивних систем підтримки прийняття рішень (СППР) та сценарного ризик-менеджменту набуває особливого науково-прикладного значення.

Представлена дисертаційна робота Волянського Сергія Михайловича присвячена розв'язанню зазначеної комплексної проблеми, а її тематика безпосередньо пов'язана із пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки України, положеннями Національної транспортної стратегії України до 2030 р. та Морської доктрини України до 2035 р. Дослідження виконано в межах низки держбюджетних та конкурсних НДР МОН України (зокрема, ДР № 0123U100791, 0124U001164, 0122U200859 та 0120U102577).

Зазначене підтверджує, що ефективна експлуатація автономних морських транспортних засобів потребує розробки якісно нових теоретико-методологічних підходів до адаптивного керування, використання технологій цифрових двійників та інструментів сценарного управління ризиками, які гарантують надійність системи в умовах високої динамічності й невизначеності зовнішніх чинників.



Практична реалізація розроблених моделей і систем підтримки прийняття рішень орієнтована на оптимізацію експлуатаційних витрат, підвищення функціональної надійності та обґрунтування раціональних режимів функціонування АМТЗ. З огляду на це, науковий напрям досліджень здобувача є винятково актуальним, концептуально обґрунтованим і має вагоме значення для стратегічного розвитку морських транспортних систем України.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертації Волянського С. М., характеризуються високим ступенем доказовості та методичної обґрунтованості. Дослідження спирається на загальну теорію транспортних систем, фундаментальні положення технічної експлуатації засобів транспорту, апарат теорії системного аналізу, теорію автоматичного й адаптивного керування, методи нечіткої логіки, багатокритеріального аналізу прийняття рішень (методи M-DEMATEL, АНР), теорію ймовірностей і стохастичних процесів, а також сучасні концепції цифрових двійників і кіберфізичних систем.

Високий ступінь обґрунтованості сформульованих наукових результатів забезпечується наступним:

- послідовною та логічно узгодженою архітектурою дослідження – від системного аналізу предметної області та ідентифікації факторів невизначеності до побудови математичних моделей, розроблення алгоритмів та їх валідації;
- коректним застосуванням математичного апарату, адекватного поставленим завданням, що відповідає складності досліджуваних процесів експлуатації автономних транспортних об'єктів;
- використанням комплексу комп'ютерно-імітаційних експериментів із застосуванням сучасних інструментальних середовищ (MATLAB, Python) та стохастичного моделювання за методом Монте-Карло;
- належним зіставленням отриманих розрахункових результатів із відомими теоретичними положеннями та емпіричними даними щодо функціонування морських засобів транспорту в реальних експлуатаційних умовах.

Сформовані здобувачем висновки та рекомендації є підсумком глибокого аналізу, мають чітку практичну спрямованість і логічно впливають із результатів проведених теоретичних та обчислювальних досліджень.

3 Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи полягає у розробленні теоретико-методологічного базису та прикладного інструментарію управління ефективністю технічної експлуатації автономних морських транспортних засобів в умовах багатфакторної стохастичної та алгоритмічної експлуатаційної невизначеності. До найвагоміших результатів, що визначають науковий внесок дисертанта, належать наступні.

- вперше запропоновано методологію підвищення ефективності технічної експлуатації автономних морських транспортних засобів, яка, на відміну від існуючих підходів, базується на місійно-орієнтованому принципі управління ефективністю з урахуванням багатфакторної невизначеності, сценарної зміни

режимів функціонування та інтегрованої взаємодії технічних, інформаційних, енергетичних і керуючих підсистем, що дозволяє забезпечити комплексне оцінювання результативності автономних місій, підвищити стійкість функціонування системи та реалізувати адаптивне ризик-орієнтоване управління автономними морськими транспортними засобами у динамічному морському середовищі;

– удосконалено метод інтегрального оцінювання ефективності експлуатації автономних морських транспортних засобів шляхом введення вагових коефіцієнтів багатфакторного впливу, сценарної сегментації режимів функціонування та динамічного врахування змін технічного стану, що, на відміну від існуючих статичних моделей оцінювання, дозволяє підвищити точність оцінки ефективності автономних морських транспортних засобів в умовах змінного морського середовища та тривалих автономних місій;

– удосконалено метод адаптивного управління автономними морськими транспортними засобами за рахунок інтеграції сценарного аналізу, ризик-орієнтованого коригування параметрів та адаптивного перерозподілу ресурсів, що, на відміну від традиційних фіксованих стратегій керування, дозволяє забезпечити стійкість функціонування системи при зміні режимів експлуатації, зовнішніх збуреннях та неповноті інформації;

– отримали подальший розвиток методологічні засади класифікації факторів впливу на ефективність технічної експлуатації автономних морських транспортних засобів шляхом формування багаторівневої ієрархічної структури технічних, енергетичних, кліматичних, навігаційних, інформаційних та експлуатаційних факторів, що дозволяє формалізувати взаємозв'язки між параметрами експлуатації та підвищити обґрунтованість прийняття рішень;

– отримав подальший розвиток методологічний підхід до підвищення ефективності технічної експлуатації автономних морських транспортних засобів, реалізацію якого забезпечує використання цифрового двійника, що дозволяє підвищити оперативність моніторингу технічного стану та адаптивність управління в умовах інформаційної невизначеності;

– отримали подальший розвиток методи сценарного моделювання експлуатаційних режимів автономних морських транспортних засобів шляхом урахування стохастичних змін зовнішнього середовища, параметрів енергоспоживання та режимної нестабільності, що дозволяє здійснювати прогнозування експлуатаційної ефективності та оцінювання стійкості автономних морських транспортних засобів у реальному часі.

4. Практичне значення результатів дослідження

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні алгоритмічних рішень, математичних моделей та програмно-аналітичних модулів для оцінювання технічного стану й підтримки прийняття експлуатаційних рішень щодо автономних морських транспортних засобів.

Зокрема, розроблені здобувачем інструменти предиктивного технічного обслуговування та системи підтримки прийняття рішень дозволяють:

– здійснювати оперативне оцінювання та прогнозування технічного стану бортового обладнання і пропульсивних установок за фактичними показниками зносу;

– оптимізувати маршрути руху та режими маневрування АМТЗ з урахуванням мінімізації витрат енергоресурсів та ризиків впливу штормового хвилювання;

– підвищити надійність і ритмічність виконання автономних транспортних місій у складних і нестабільних гідрометеорологічних умовах.

Практична цінність результатів дисертації підтверджується їх успішним впровадженням у діяльність виробничих та експлуатаційних підприємств морського транспорту і транспортно-логістичного сектору України, зокрема: КП «Морська пошуково-рятувальна служба» (акт впровадження від 25.06.2025 р.), компанії «МарінТехСервіс» (Україна) (акт впровадження від 23.01.2026 р.), ТОВ «БСК БОТС» (акт впровадження від 04.02.2026 р.), ТОВ «ЄВРО ГРАСКОР» (акт впровадження від 16.02.2026 р.), ТОВ «Lema Cargo Service» (Україна) (акт впровадження 4568-21 від 14.12.2021 р.) та інших організацій морської галузі. Крім того, теоретичні та методичні розробки автора інтегровано в освітній процес Одеського національного морського університету під час підготовки фахівців транспортної галузі.

Результати впровадження належним чином підтверджені документально відповідними актами та довідками.

5. Ступінь повноти викладення результатів в опублікованих працях та академічна доброчесність

Основний зміст дисертаційної роботи, її теоретичні положення та прикладні результати повною мірою відображено у 54 опублікованих наукових працях автора. У доробку здобувача: 1 колективна наукова монографія, 33 статті у фахових періодичних виданнях України та провідних закордонних журналах, з яких 10 праць опубліковано у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science (зокрема у виданнях, що належать до першого квартиля (Q1)), 20 публікацій у матеріалах науково-практичних конференцій та симпозіумів.

Загальний обсяг і якісний рівень публікацій здобувача повністю задовольняють вимоги Порядку присудження (позбавлення) наукового ступеня доктора наук, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2021 р. № 1197 (зі змінами), а також нормативні вимоги МОН України.

Дисертація Волянського С. М. є результатом самостійного наукового дослідження. При використанні ідей, концепцій та даних інших науковців здобувачем дотримано вимог чинного законодавства щодо авторського права з наведенням точних посилань на першоджерела. У дисертації належним чином задекларовано використання допоміжних цифрових інструментів під час підготовки матеріалів із зазначенням їхньої особистої перевірки автором.

Перевірка рукопису засвідчила відсутність фактів академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації чи фальсифікації даних.

Матеріали, раніше захищені здобувачем кандидатської дисертації, до складу цієї роботи не залучалися.

6. Зауваження та дискусійні питання щодо змісту і оформлення дисертації

Відзначаючи ґрунтовний науковий рівень, системність та безсумнівне практичне значення виконаної Волянським С. М. Дисертаційної праці, вважаю за необхідне зупинитися на окремих дискусійних положеннях, зауваженнях методичного характеру та зауваженнях щодо оформлення роботи.

1. Доцільно уточнити межі застосування запропонованих моделей під час включення АМТЗ до мультимодальних транспортно-логістичних ланцюгів. Зокрема, становить інтерес, як затримки портового обслуговування та неузгодженість суміжних транспортних операцій можуть впливати на оцінку ефективності автономної місії.

2. У сценарних моделях ризику доцільно докладніше пояснити врахування затримки між виявленням небезпечної зміни стану АМТЗ та реалізацією керуючого впливу. Зокрема, потребує уточнення, як час оброблення інформації та формування рішення бортовою СППР впливає на допустимий час реагування за різкого погіршення гідрометеорологічних умов.

3. У розроблених марковських моделях переходу підсистем АМТЗ між станами працездатності (розд. 2) інтенсивність відмов приймається квазіпостійною. Як у роботі враховується ефект «старіння» та акумуляції мікропошкоджень у силових конструкціях під час тривалої штормової експлуатації?

4. При побудові нечіткого контролера керування курсом АМТЗ (розд. 3) базу правил сформовано на основі експертних знань. Які методи автоматичного навчання чи фаззі-адаптації застосовувалися для коригування функцій належності безпосередньо під час випробувань? Доцільно пояснити, чи передбачено коригування функцій належності та бази правил у разі зміни умов експлуатації, а також яким способом перевірялася працездатність контролера за таких змін.

5. У підсистемі підтримки прийняття рішень (розд. 4) не висвітлено порядок пріоритизації команд у разі одночасного виникнення кількох критичних подій (наприклад, вихід з ладу силового перетворювача разом із втратою основного супутникового каналу).

6. При розробці архітектури бортової інформаційно-керуючої мережі АМТЗ (розд. 4) не подано оцінку пропускну здатності внутрішніх шин даних під час пікового навантаження в режимі аварійного діагностування.

7. При моделюванні груп АМТЗ (розд. 6) не формалізовано критерії перерозподілу місійних завдань у разі раптового виходу з ладу «агента-лідера» або втрати ним функцій зв'язку.

8. У розрахунках сценарної стійкості місій під час штормового впливу (розділ 6, стор. 358–362) основну увагу приділено оптимізації енерговитрат та збереженню керованості, однак критерії забезпечення безпеки супутніх автономних об'єктів під час групового плавання (у складі рою / групи) висвітлені лише якісно, без відповідних математичних співвідношень.

8. Окремі рисунки та діаграми, отримані за допомогою комп'ютерного моделювання в середовищі MATLAB, містять первинні англійські підписи осей координат, системні позначення та елементи легенди (наприклад, «time (s)», «Cross-Track Error», «amplitude»), тоді як підписи під рисунками виконані українською

мовою. Доцільно було б уніфікувати графічний матеріал шляхом повної українізації графічних елементів.

Наведені зауваження мають переважно уточнювальний і дискусійний характер та стосуються меж застосування запропонованих рішень і повноти їх пояснення. Вони не змінюють загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

7. Загальні висновки по дисертаційній роботі

Дисертаційна робота Волянського Сергія Михайловича «Підвищення ефективності експлуатації автономних морських транспортних засобів в умовах невизначеності» є вичерпною, самостійно виконаною кваліфікаційною науковою працею вагомого теоретичного й практичного значення.

У дисертації розв'язано важливу науково-прикладну проблему щодо формування теоретико-методологічних засад, математичних моделей та алгоритмів інтегрованого управління технічною експлуатацією автономних морських транспортних засобів в умовах багатофакторної невизначеності, що дає змогу суттєво підвищити надійність, безпеку та енергоефективність функціонування автономного морського транспорту.

За актуальністю теми, обсягом і глибиною досліджень, ступенем обґрунтованості наукових положень, новизною отриманих результатів, практичною цінністю та повнотою висвітлення в опублікованих працях дисертаційна робота відповідає всім вимогам чинного законодавства України, зокрема вимогам Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197 (зі змінами).

Вважаю, що здобувач Волянський Сергій Михайлович цілком заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри автомобільного
транспорту та логістики
Національного університету
«Одеська політехніка»

«20» 10 2026 р.

Тетяна МЕЛЕНЧУК

