

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук,
доцента кафедри електричної інженерії та роботизованих комплексів
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Клочкова Олександра Павловича
на дисертаційну роботу Тарчука Андрія Андрійовича
«Удосконалення проектування автономного ненаселеного підводного апарата
з радіобуєм для охорони об'єктів морської критичної інфраструктури», яка
представлена на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії
в галузі знань 13 – Механічна інженерія
за спеціальністю 135 – Суднобудування

Актуальність теми дослідження

Дисертаційне дослідження присвячене вирішенню актуальної науково-прикладної задачі, пов'язаної з удосконаленням методології проектування автономних ненаселених підводних апаратів нового покоління, призначених для охорони об'єктів морської критичної інфраструктури. В сучасних умовах питання захисту морських комунікацій, портової інфраструктури, підводних трубопроводів, газовидобувних платформ, підводних кабелів зв'язку та інших стратегічно важливих об'єктів набувають особливого значення як для України, так і для більшості морських держав світу.

Сучасні тенденції розвитку морської робототехніки демонструють постійне зростання ролі автономних безекіпажних систем, здатних виконувати складні технологічні та охоронні місії без постійної участі оператора. Водночас ефективність існуючих автономних підводних апаратів суттєво обмежується складністю забезпечення стійкого зв'язку із центрами керування під час роботи у прибережних та мілководних районах.

Запропонований автором підхід щодо створення автономного підводного комплексу із буксируваним радіобуєм дозволяє значною мірою усунути зазначені недоліки та забезпечує новий рівень ефективності інформаційного забезпечення охоронних місій. Особливу цінність роботи становить комплексний розгляд проблеми проектування — від аналізу загроз об'єктам морської критичної інфраструктури до створення методології концептуального, зовнішнього та внутрішнього проектування нового засобу морської робототехніки.

Таким чином, тема дисертації відповідає сучасним напрямкам розвитку морської техніки, має безперечну актуальність, наукову новизну та практичне значення.

Новизна отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи визначається сукупністю отриманих автором результатів, які є взаємопов'язаними та спрямованими на розвиток наукових основ проєктування автономних підводних роботизованих комплексів охоронного призначення.

Насамперед слід відзначити запропоновану концепцію дволанкової автономної підводної системи, яка складається з автономного ненаселеного підводного апарата та буксируваного радіобуя з дуговими несучими поверхнями.

На відміну від відомих технічних рішень, запропонована система забезпечує підвищення ефективності інформаційної взаємодії із береговим центром керування та покращення енергетичних характеристик комплексу.

До нових наукових результатів належать також експериментально отримані залежності підйомної сили та гідродинамічного опору дугових крил буксируваного радіобуя, які створюють основу для їх подальшого практичного використання під час інженерного проєктування.

Вагомим результатом роботи є удосконалення методології проєктування автономних підводних апаратів на основі системного підходу. Автором запропоновано нову структуру задач концептуального, зовнішнього та внутрішнього проєктування, що дозволяє комплексно враховувати конструктивні, інформаційні, енергетичні та функціональні особливості майбутнього виробу.

Отримані результати мають достатній рівень новизни та становлять істотний внесок у розвиток сучасної морської робототехніки.

Відповідність теми дисертації та рівня наукової обґрунтованості результатам досліджень

Дисертаційна робота повністю відповідає заявленій темі, а її структура є логічною та послідовною.

Усі розділи дисертації взаємопов'язані між собою, а результати кожного наступного розділу логічно розвивають положення попереднього. Автором проведено всебічний аналіз сучасного стану досліджень у галузі морської робототехніки, критично оцінено існуючі технічні рішення та визначено основні напрями подальшого розвитку автономних підводних систем.

Наукова обґрунтованість отриманих результатів забезпечується використанням комплексу сучасних методів дослідження, серед яких системний аналіз, методи математичного моделювання, CFD-аналіз, експериментальні дослідження у гідродинамічній трубі, методи комп'ютерного проєктування та статистичної обробки результатів експериментів.

Особливо позитивним є поєднання теоретичних досліджень із практичною перевіркою основних положень роботи, що значно підвищує достовірність отриманих результатів.

Загалом рівень наукової обґрунтованості дисертації відповідає сучасним вимогам до наукових досліджень такого рівня.

Рівень виконання поставленого наукового завдання

Поставлена у дисертації мета досягнута повністю, а визначені автором завдання успішно вирішені.

У роботі сформовано науково-методологічні основи проєктування автономного ненаселеного підводного апарата з буксируванням радіобуєм, розроблено концепцію його застосування для охорони об'єктів морської критичної інфраструктури, побудовано узагальнену структуру роботизованої системи керування безпекою та визначено місце запропонованого комплексу у її складі. Окремим досягненням автора є комплексне дослідження гідродинамічних характеристик дугових несучих поверхонь буксируваного радіобуя із використанням сучасних методів чисельного моделювання та фізичного експерименту.

Результати дослідження мають завершений характер, є взаємопов'язаними та свідчать про успішне виконання поставленого наукового завдання.

Рівень оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності

Зміст дисертації демонструє високий рівень володіння автором сучасною методологією наукових досліджень.

Здобувач уміло використовує системний підхід, сучасні методи проєктування складних технічних систем, математичне моделювання, CFD-аналіз, експериментальні методи дослідження та засоби комп'ютерного аналізу.

Позитивне враження справляє логічність побудови дослідження, послідовність отримання наукових результатів та належний рівень їх узагальнення.

Висновки дисертації є достатньо аргументованими, ґрунтуються на результатах власних досліджень автора та підтверджуються експериментальними даними. У цілому рівень підготовки здобувача відповідає вимогам, які висуваються до доктора філософії за спеціальністю «Суднобудування».

Повнота викладення положень дисертації в опублікованих працях

Основні результати дисертації достатньою мірою висвітлені у наукових працях автора.

За темою дослідження опубліковано статті у фахових виданнях України категорії «Б», статтю у міжнародному науковому журналі, що індексується у базі даних **Scopus**, а також матеріали міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференцій.

Тематика публікацій повністю відповідає змісту дисертації та відображає всі основні напрями проведених досліджень.

Результати роботи неодноразово апробовані на міжнародних наукових форумах, що підтверджує їх актуальність та наукову цінність.

Відсутність порушення академічної доброчесності

Дисертаційна робота виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Усі використані літературні джерела належним чином процитовані, результати інших дослідників супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями, а отримані автором висновки базуються на власних теоретичних та експериментальних дослідженнях.

За результатами аналізу і перевірки тексту, порушень академічної доброчесності не було виявлено.

Зауваження щодо змісту дисертаційної роботи

1. При формуванні задач концептуального проектування у розділі 2 дисертації автор, на жаль, не вказав актуальну для територіальних вод України задачу гуманітарного розмінування її річкових та прибережних морських акваторій. Це робить дещо неповною множину об'єктів технічного моніторингу інженерних споруд (залежність 3.1), які експлуатуються.

2. У розділі 2 автор наводить детальний опис принципової схеми гідродинамічної труби ІГМ НАН України як інструменту дослідження дугової несучої поверхні. Вважаю, що цей матеріал слід було помістити у додатках до дисертації як доповнення.

3. У розділі 3 дисертації автор пропонує досить ефективну організаційну структуру функціонування роботизованої системи охорони об'єктів морської критичної інфраструктури, однак, обмежується лише нижнім (виконавчим) рівнем її організації. Доцільно було б доповнити підрозділ 3.3 дисертації більш детальним аналізом перспектив інтеграції запропонованої структури у багаторівневі системи морського ситуаційного моніторингу держави.

4. При експериментальному дослідженні дугового крила буксированого радіобуя (розділ 4) автором виявлено суттєвий вплив шорсткості його поверхні на коефіцієнт підйимальної сили. Однак, це явище залишилось поза увагою автора і не знайшло теоретичного пояснення.

5. Для експериментальних досліджень дугового крила автором використана його модель, виготовлена 3D-друком. На жаль, автор не наводить рекомендацій щодо конструктивного матеріалу такого крила, який можна використати для виготовлення та використання крила у реальних умовах експлуатації.

6. Окремі рисунки та структурні схеми могли б супроводжуватися більш детальними поясненнями, що покращило б сприйняття окремих етапів методології проектування.

Зазначені зауваження мають рекомендаційний характер і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Тарчука Андрія Андрійовича за темою «Удосконалення проектування автономного ненаселеного підводного апарата з радіобуєм для охорони об'єктів морської критичної інфраструктури» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання, що має важливе значення для розвитку морської робототехніки та суднобудування.

За актуальністю теми, рівнем наукової новизни, обґрунтованістю отриманих результатів, практичною значущістю та повнотою апробації дисертація відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого постановою кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 (зі змінами) та вимогам до оформлення дисертації, затвердженими Наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40 (зі змінами), а її автор Тарчук Андрій Андрійович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 135 «Суднобудування» галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Рецензент:

кандидат технічних наук,
доцент кафедри
електричної інженерії суднових та
роботизованих комплексів
Національного університету
кораблебудування
імені адмірала Макарова

Олександр Клочков