До спеціалізованої вченої ради Д 41.106.01
Національного університету
«Одеська морська академія»
65052, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8

ВІДГУК
офіційного опонента

доктора технічних наук, професора
Аврутова Вадима Вікторовича
на дисертаційну роботу Корбана Дмитра Вікторовича «Підвищення ефективності функціонування суднових радіолокаційних комплексів», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Безпечне судноводіння за складних метеорологічних умов потребує не лише своєчасного виявлення навігаційних об'єктів, а й стійкого вимірювання їхніх координат на тлі інтенсивних відбиттів від опадів. У таких умовах традиційна амплітудна інформація не завжди забезпечує достатнє розділення корисного луна-сигналу та атмосферної завади. Залучення поляризаційних характеристик розсіяного поля розширює набір вимірюваних ознак і створює додаткові можливості для селекції об'єктів.

Дисертаційна робота Корбана Дмитра Вікторовича присвячена поєднанню поляризаційних моделей, технічних засобів формування і приймання сигналів та алгоритмів їх оброблення в судновому радіолокаційному поляризаційному комплексі (СРПК). Актуальність теми визначається необхідністю підвищення інформативності суднового радіолокаційного спостереження та забезпечення працездатності комплексу за наявності атмосферних завад.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування суднових радіолокаційних комплексів на основі використання поляризаційних характеристик сигналів. Об'єктом дослідження визначено процес радіолокаційного спостереження навігаційних об'єктів на тлі атмосферних завад, а предметом – теоретико-методологічні та прикладні положення використання поляризаційної інформації для вдосконалення СРК. Поставлені завдання охоплюють моделювання радіолокаційного каналу, побудову вимірювального комплексу, розроблення методів селекції та їх експериментальну перевірку.

Обґрунтованість результатів забезпечується послідовним розглядом інформаційно-вимірювального тракту: від формування зондуючих станів поляризації та взаємодії хвилі зі складним об'єктом до розділення прийнятого поля, реєстрації параметрів Стокса і прийняття рішення про наявність навігаційного об'єкта. У роботі використано системний аналіз, математичне й імітаційне моделювання, апарат

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»
КАНЦЕЛЯРІЯ
Вхідний № 1458
Надійшло 26.10 2026 р.

матриць Мюллера та енергетичних матриць розсіювання, імовірнісно-статистичні методи й експериментальні спостереження.

Достовірність основних положень підтримується аналізом похибок поляризаційних вимірювань, повторними вимірюваннями параметрів Стокса та зіставленням результатів СРПК із метеорологічною інформацією комплексу на базі МРЛ-5. Наведені дані підтверджують працездатність запропонованих методів у досліджених режимах.

Дослідження виконано відповідно до планів наукової роботи Національного університету «Одеська морська академія». Здобувач брав участь у держбюджетних темах «Удосконалення методів безпечного управління судном» (2020–2022 рр.) та «Удосконалення методів управління та експлуатації суден» (2023–2025 рр., номер державної реєстрації 0123U101463). Використання результатів у другій темі підтверджено відповідним актом.

Основні положення роботи пройшли апробацію на міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях та відображені в публікаціях здобувача. Прикладне оформлення окремих технічних рішень підтверджують два патенти на корисні моделі та свідоцтво про реєстрацію авторського права.

3. Наукова новизна положень, висновків та рекомендацій.

Основний науковий внесок роботи вбачаю в побудові інформаційно-вимірювальної системи, у якій програма поляризаційного зондування узгоджена зі структурою приймального тракту та способом одержання ознак навігаційного об'єкта. Цінність розробки полягає в доведенні моделей поляризаційної селекції до послідовності вимірювальних операцій і технічних схем.

Розроблено та обґрунтовано:

- структурну організацію СРПК із керованою всеполяризованою антеною, шестикомпонентним поляризаційним роздільником, двоканальним приймачем і реєстрацією чотирьох енергетичних параметрів Стокса;
- процедуру одержання матричних характеристик складного об'єкта за результатами послідовного зондування хвилями заданих поляризацій та вимірювання параметрів відбитого поля;
- функціональні схеми оброблення вимірювань для реалізації методів селекції за енергетичною матрицею, матрицею когерентності, ступенем поляризації та статистичними характеристиками сигналів.

Удосконалено:

- математичну модель інформаційного потоку СРПК, яка узгоджує програму зондування, поляризаційні перетворення в каналі та процедури оброблення виміряних величин;
- технологію побудови комплексу для аналізу частково поляризованих луна-сигналів із використанням ортогональних компонентів прийнятого поля.

Набули подальшого розвитку:

- матричний опис інформаційного потоку як основу зв'язку між характеристиками радіолокаційного каналу та результатами поляризаційних вимірювань;
- подання системи радіолокаційних сигналів через послідовність операцій зондування, приймання, перетворення й оброблення даних;

- методи експериментального визначення параметрів частково поляризованих луна-сигналів та їх використання для перевірки розроблених алгоритмів.

4. Наукова значущість та практична цінність отриманих наукових результатів

Наукова значущість роботи полягає в узгодженні вимірювальних операцій з ознаками, потрібними для селекції навігаційного об'єкта. Практично важливим є поєднання програми зондування, приймального тракту та функціональних схем оброблення в одному комплексі.

Практичну спрямованість результатів підтверджують акти, наведені в додатку В: щодо використання розробок у ДП «В.Шипс (Україна)», судноплавній компанії «АРГО», ДП «Морський торговельний порт «Чорноморськ», Гідрометеорологічному центрі Чорного та Азовського морів, Запорізькому обласному центрі з гідрометеорології, а також у навчальному процесі й науково-дослідній роботі Національного університету «Одеська морська академія».

Сфера застосування результатів охоплює вдосконалення суднових радіолокаційних комплексів, радіометеорологічне забезпечення судноплавства, підготовку судноводіїв і розроблення поляриметричних засобів вимірювання. Документоване використання стосується методик, рекомендацій та навчальних матеріалів у зазначених напрямах.

5. Аналіз структури та змісту дисертації.

Дисертація має логічну структуру, що поєднує постановку проблеми, вибір методів, побудову інформаційно-вимірювального комплексу, розроблення математичних моделей і експериментальну перевірку. Загальний обсяг поданого PDF становить 353 сторінки. Анотації українською та англійською мовами розміщено на с. 2–24, вступ, шість розділів і висновки – на с. 30–269, список із 224 використаних джерел – на с. 270–297, додатки А–Г – на с. 298–353. Робота містить 45 рисунків і 17 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, об'єкт, предмет і завдання дослідження, наведено методи, положення наукової новизни та практичного значення, відомості про особистий внесок, апробацію й публікації.

У першому розділі проаналізовано можливості підвищення ефективності СРК та фізичні передумови використання поляризаційних ознак. Розглянуто параметри Стокса, матричні характеристики розсіювання і статистичний підхід до розрізнення луна-сигналів навігаційного об'єкта та атмосферного утворення. Розділ формує понятійний зв'язок між характеристиками електромагнітної хвилі й інформаційними ознаками, що використовуються надалі.

Другий розділ присвячено вибору методів наукового дослідження та побудові технологічної карти. Експертне оцінювання, системний і структурний підходи використано для декомпозиції комплексного завдання. Визначено роль тезауруса атмосферних утворень у порівнянні поточних вимірювань з апріорною інформацією.

У третьому розділі розглянуто технічну побудову СРПК. Описано двоканальний приймач, високочастотну частину всеполяризованої антени, пристрої формування заданих станів поляризації, шестикомпонентний хвилеводний роздільник та канали реєстрації параметрів Стокса. Цей розділ є основою для оцінювання реалізованості запропонованої програми вимірювань.

У четвертому розділі побудовано моделі взаємодії СРПК із навігаційним об'єктом та атмосферним середовищем. Перетворення вектору Стокса описано матрицею Мюллера. Послідовне зондування різними станами поляризації використано для визначення стовпців матриці, що характеризує розсіювальні властивості складного об'єкта.

У п'ятому розділі запропоновано методи поляризаційної селекції за енергетичною матрицею розсіювання, матрицею когерентності, ступенем поляризації та статистичними параметрами Стокса. Функціональні схеми показують послідовність оброблення виміряних сигналів і формування результату для відображення оператору.

У шостому розділі наведено оцінювання похибок, експериментальні матеріали та результати порівняльного спостереження атмосферних утворень за допомогою СРПК і метеорологічного комплексу. Розглянуто зв'язок інтенсивності опадів із параметрами радіолокаційного відбиття та приклади застосування розроблених алгоритмів.

У висновках узагальнено результати теоретичного та експериментального дослідження. Вони відповідають поставленій меті й відображають основні етапи побудови СРПК, моделювання поляризаційних перетворень та розроблення методів селекції.

Додатки містять кольорові карти й інші ілюстративні матеріали спостережень (А, Б), акти використання результатів (В) та перелік публікацій за темою дисертації (Г). Автореферат передає зміст, наукову новизну та основні результати роботи.

6. Повнота викладення в опублікованих працях наукових положень, висновків і рекомендацій.

У додатку Г наведено 57 позицій: 27 журнальних статей, одну монографію, два патенти, одне свідоцтво про реєстрацію авторського права та 26 публікацій у матеріалах конференцій.

Тематика праць охоплює моделі радіолокаційного каналу, вимірювання параметрів Стокса, побудову поляризаційних пристроїв, алгоритми селекції та результати експериментальних спостережень. Сукупність публікацій відображає основні наукові положення, висновки й рекомендації дисертації з достатньою повнотою. Особистий внесок здобувача у спільні праці окреслено в дисертації та авторефераті.

7. Відомості щодо академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації

Надані матеріали містять відомості про перевірку текстових збігів і про особистий внесок здобувача. Змістовий аналіз дисертації, посилань, публікацій та супровідних матеріалів не дає підстав стверджувати про наявність академічного плагіату, фабрикації або фальсифікації.

Результати попередньої кандидатської дисертації здобувача не подано як нові положення докторського дослідження. Самостійність роботи відображено в положеннях, винесених на захист, та публікаціях за її темою.

8. Зауваження щодо змісту дисертації та автореферату

За результатами аналізу дисертації сформульовано такі зауваження та дискусійні положення:

1. У розділі 1 статистичний підхід до селекції фактично вводиться лише наприкінці підрозділу 1.3 (с. 63–64), тоді як у попередньому огляді методів його місце серед відомих підходів до виявлення та розпізнавання цілей розкрито недостатньо. Доцільно було б подати стислу класифікацію статистичних методів, чітко визначити роль вектору параметрів Стокса як сукупності ознак і показати, у чому запропоноване застосування відрізняється від класичних правил виявлення. Це створило б логічний перехід від огляду до алгоритмів підрозділу 5.3.2.

2. У підрозділах 2.2–2.3 вибір експериментальних методів пов'язано з порівняльними спостереженнями СРПК і автоматизованого метеорологічного радіолокаційного комплексу, але основні кольорові зображення винесено до додатків А і Б. Для простежуваності методики бажано було б навести в основному тексті хоча б одну синхронізовану пару характерних зображень із зазначенням дати, часу, азимута, дальності, класу опадів і кількісного показника порівняння. Це дало б змогу оцінити не лише візуальну подібність карт, а й відповідність експерименту поставленому завданню.

3. На рис. 3.5 (с. 94) шестикомпонентний поляризаційний роздільник позначено блоком 8, однак на структурній схемі не показано напрямок проходження сигналу й недостатньо чітко відокремлено його функцію від пристрою формування поляризації 4 та антенного перемикача 5. Доцільно прямо зазначити, що блок 8 призначений для розділення прийнятої частково поляризованої хвилі на вимірювальні компоненти, а заданий стан випромінювання формується іншим трактом. Стрілки та позначення режимів «випромінювання/приймання» усунули б неоднозначність структурної схеми.

4. У підрозділі 4.3 (с. 133–135) визначення стовпців матриці Мюллера описано в кількох співвідношеннях. Для відтворення розрахунку доцільно подати єдину схему: вхідні вектори Стокса, виміряні вихідні вектори та співвідношення, за якими з них відновлюють кожний стовпець матриці. Потрібно явно зазначити нормування й знакові домовленості та перевірити повноту набору вхідних векторів Стокса для відновлення матриці (ранг 4). Це дозволило б однозначно відтворити обчислення 16 коефіцієнтів за результатами вимірювань.

5. У табл. 5.1 (с. 166–167) залежність радіолокаційної відбиваності опадів від інтенсивності наведено для восьми регіонів, позначених лише номерами 1–8. Без ідентифікації цих регіонів, джерел даних, довжин хвиль, періодів спостережень і типів опадів складно оцінити репрезентативність таблиці та можливість її використання в акваторіях, де проводилися експерименти. Доцільно розкрити походження кожного стовпця або прямо визначити таблицю як довідковий приклад, що потребує регіонального калібрування.

6. У формулі (6.30) на с. 247 перший параметр Стокса відбитої хвилі пов'язано з інтенсивністю опадів співвідношенням S_1від = cI/R^2. Для практичного використання необхідно уточнити фізичний зміст і розмірність коефіцієнта c, спосіб його експериментального визначення, форму подання S_1 – абсолютну, нормовану чи логарифмічну – та зв'язок цього співвідношення з прийнятими залежностями Z–I. Окремого обґрунтування потребує геометричний множник R^{-2} для об'ємного розсіювання. Без цих уточнень формулу слід розглядати як калібрувальну модель для конкретного режиму, а не як універсальну залежність.

Зауваження стосуються опису вимірювального тракту, відтворення матричних розрахунків, простежуваності експерименту та застосування емпіричних залежностей.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертація Корбана Дмитра Вікторовича «Підвищення ефективності функціонування суднових радіолокаційних комплексів» є завершеною науковою працею, в якій розв'язано актуальну проблему використання поляризаційної інформації для виділення навігаційних об'єктів за наявності атмосферних завад.

Робота поєднує моделі радіолокаційного каналу, інформаційно-вимірювальну структуру СРПК, методи оброблення параметрів Стокса та експериментальну перевірку. Взаємозв'язок теоретичних і технічних рішень визначає її наукове та прикладне значення.

Аналіз похибок і наведені експериментальні матеріали доповнюють обґрунтування інформаційно-вимірювальних рішень. Сформульовані зауваження потребують пояснень здобувача та не змінюють позитивної оцінки роботи.

Дисертаційна робота Корбана Дмитра Вікторовича «Підвищення ефективності функціонування суднових радіолокаційних комплексів» за тематикою, науковим змістом, новизною та практичним значенням відповідає спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом і вимогам до докторських дисертацій, визначеним Порядком присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197. Сукупність отриманих результатів дає підстави для присудження Корбану Дмитру Вікторовичу наукового ступеня доктора технічних наук за зазначеною спеціальністю.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих
оптичних та навігаційних систем
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Підпис _____ Вадим АВРУТОВ

«16» жовтня 2026 р.

Відділ кадрів і архівної справи № 6

Підпис гр. _____
ЗАСВІДЧУЮ
Відділ кадрів та діловодства
_____ (_____)
підпис пр-ніс