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

ВІДГУК
офіційного опонента

доктора фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника **Миценка Ігоря Михайловича**
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.

Під час суднового радіолокаційного спостереження інтенсивні відбиття від атмосферних утворень можуть приховувати сигнали навігаційних об'єктів. З радіофізичного погляду можливість їх розділення пов'язана з відмінностями механізмів розсіювання та поляризаційної структури відбитого поля. Тому вимірювання лише сумарної інтенсивності сигналу доцільно доповнювати визначенням його поляризаційних характеристик. Саме такий підхід розглянуто в дисертації Корбана Дмитра Вікторовича, присвяченій підвищенню ефективності суднових радіолокаційних комплексів (СРК).

Актуальність роботи визначається потребою пов'язати фізичну модель розсіювання з технікою формування й приймання хвиль заданої поляризації та з алгоритмами виділення корисного луна-сигналу. Розв'язання цього завдання створює передумови для надійнішого радіолокаційного забезпечення судноводіння за наявності атмосферних завад.

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

Обґрунтування результатів спирається на послідовний розгляд радіолокаційного каналу: формування зондуючої хвилі, її взаємодії з навігаційним об'єктом та атмосферним утворенням, приймання розсіяного поля і перетворення виміряних параметрів на ознаки селекції. Використано аналітичне й чисельне моделювання, апарат матриць розсіювання та параметрів Стокса, імовірнісно-статистичні методи й експериментальні спостереження. Таке поєднання методів відповідає фізичному змісту поставлених завдань.

У роботі описано експериментальний судновий радіолокаційний поляризаційний комплекс (СРПК) та наведено результати спостережень із залученням метеорологічного радіолокатора МРЛ-5. Матеріали дають змогу

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»
КАНЦЕЛЯРІЯ
Вхідний № 1959
Надійшло 26 10 2026 р.

зіставити характер відбиттів від атмосферних утворень із результатами поляризаційного оброблення й оцінити працездатність підходу в досліджених умовах.

Зв'язок дослідження з науковою роботою Національного університету «Одеська морська академія» відображено в матеріалах про участь здобувача у виконанні тем «Удосконалення методів безпечного управління судном» (2020–2022 рр.) та «Удосконалення методів управління та експлуатації суден» (2023–2025 рр., державний реєстраційний номер 0123U101463). Документальне підтвердження використання результатів наведено в додатку В дисертації.

Апробація дослідження представлена публікаціями й доповідями на міжнародних та всеукраїнських конференціях, перелічених у дисертації та авторефераті. Вона охоплює питання поляризаційної селекції, побудови СРПК і застосування радіолокаційної інформації в судноводінні.

Прикладне оформлення технічних рішень представлено двома патентами на корисні моделі та свідоцтвом про реєстрацію авторського права. Їх зміст доповнює опис пристроїв і способів оброблення, наведених у дисертації.

3. Наукова новизна положень, висновків та рекомендацій.

З радіофізичного погляду найсуттєвішим є опис складного об'єкта як сукупності навігаційної цілі та атмосферного утворення з різними поляризаційними властивостями. Автор пов'язує ці властивості з параметрами падаючої й розсіяної хвиль та використовує їх відмінності для виділення корисної складової луна-сигналу. Науковий внесок оцінюється за розробленими моделями такого розділення та способами їх реалізації в СРПК.

Розроблено та обґрунтовано:

- фізичні засади використання відмінностей поляризаційної структури відбитого поля як додаткової інформації про навігаційний об'єкт на тлі атмосферної завади;
- модель випромінювання і приймання неполяризованої хвилі та її застосування разом з іншими зондуючими станами до дослідження розсіювальних властивостей об'єктів;
- матричну модель відбиття від складного об'єкта й методи виділення навігаційної складової за енергетичними та поляризаційними характеристиками луна-сигналу.

Удосконалено:

- модель радіолокаційного інформаційного потоку, яка описує перетворення поля під час його формування, поширення, розсіювання та приймання;
- реалізацію моделі взаємодії СРПК з атмосферним середовищем і навігаційним об'єктом через зіставлення параметрів падаючих і відбитих хвиль за послідовного зондування чотирма фіксованими поляризаціями.

Набули подальшого розвитку:

- моделювання поляризаційних властивостей атмосферних утворень різної інтенсивності та фазового стану в матричному описі радіолокаційного

каналу;

- використання характеристик поляризованої та неполяризованої складових відбитого поля в методах селекції за матрицею когерентності та ступенем поляризації.

4. Наукова значущість та практична цінність отриманих наукових результатів

Теоретичне значення роботи полягає в розкритті зв'язку між перетвореннями поляризації під час розсіювання та можливістю виділення навігаційного об'єкта. Інженерне значення має реалізація цих моделей у пристроях формування поляризації та схемах оброблення сигналів. Отримані результати можуть слугувати основою для подальшого вдосконалення суднових радіолокаційних систем.

У додатку В наведено акти щодо використання результатів у ДП «В.Шипс (Україна)», ДП «Морський торговельний порт «Чорноморськ», судноплавній компанії «АРГО» на т/х «DAISY», Гідрометеорологічному центрі Чорного та Азовського морів, Запорізькому обласному центрі з гідрометеорології, а також у навчальній і науково-дослідній роботі Національного університету «Одеська морська академія». Акти відображають застосування результатів дослідження, рекомендацій та навчальних матеріалів.

5. Аналіз структури та змісту дисертації.

Дисертація має послідовну структуру, що охоплює постановку проблеми, розроблення апаратурних і математичних засобів та перевірку результатів. Подана дисертація налічує 353 сторінки та містить двомовні анотації, зміст, перелік скорочень, вступ, шість розділів, висновки, бібліографію і чотири додатки. На вступ, розділи та висновки припадає 240 сторінок (с. 30–269); анотації займають окремо 23 сторінки (с. 2–24). Список використаних джерел містить 224 найменування на 28 сторінках (с. 270–297), додатки А–Г — 56 сторінок (с. 298–353). У роботі наведено 45 рисунків і 17 таблиць.

У вступі визначено мету — підвищення ефективності функціонування СРК через використання поляризаційної інформації. Об'єктом дослідження є процес радіолокаційного спостереження навігаційних об'єктів на тлі атмосферних завад, а предметом — теоретико-методологічні й прикладні положення використання поляризаційних характеристик сигналів. Постановка завдань охоплює моніторинг поляризаційної структури, формування системи радіолокаційних сигналів і методологію селекції в умовах завад.

Перший розділ розглядає фізичні та інформаційні передумови застосування поляризаційних ознак у судновій радіолокації. Аналіз обмежень наявних підходів підводить до необхідності описувати не лише інтенсивність сумарного відбиття, а й властивості його поляризованої та неполяризованої складових.

Для подальших розробок суттєвим є представлення радіолокаційного каналу як системи перетворень електромагнітного поля. Воно дає змогу пов'язати фізику розсіювання з вимірюваними характеристиками сигналу.

Практичну спрямованість огляду визначає завдання збереження інформації про навігаційний об'єкт за умов, коли його луна-сигнал спостерігається разом із відбиттям від атмосферного утворення.

Другий розділ формує методичну основу дослідження. Вибір напряму вдосконалення СРК розглянуто через експертне оцінювання, системний аналіз і структурування комплексного завдання.

Важливим результатом цієї частини є узгодження етапів роботи: від визначення інформаційних ознак складного об'єкта до вибору способів їх вимірювання та практичної перевірки селекції. Така постановка пов'язує завдання навігаційного спостереження з конкретними операціями оброблення радіолокаційного сигналу.

Технологічна карта дослідження відображає взаємозв'язок теоретичного аналізу, побудови комплексу й експерименту.

Третій розділ є центральним для оцінювання технічної реалізації запропонованого підходу. У ньому розглянуто високочастотний тракт, всеполяризовану антену, формування заданих станів випромінювання та приймання ортогональних складових поля. Схема шести поляризаційних компонентів забезпечує одержання даних для визначення чотирьох параметрів Стокса. Окремого інтересу набуває керування фазовими співвідношеннями, від якого залежить відповідність реалізованих станів їх математичному опису.

У четвертому розділі фізичні процеси в радіолокаційному каналі подано через зв'язок вхідного й вихідного векторів Стокса та матрицю Мюллера. Розглянуто моделі навігаційного об'єкта, атмосферного утворення і їх сукупності. Визначення елементів матриці за різних станів зондування створює основу для переходу від безпосередніх вимірювань до характеристик розсіювання.

П'ятий розділ показує, як одержані поляризаційні характеристики використовуються для селекції. Розглянуто кілька способів оброблення: за енергетичною матрицею, матрицею когерентності, ступенем поляризації та статистичними ознаками. Подані функціональні схеми конкретизують послідовність операцій, потрібних для відокремлення сигналу навігаційного об'єкта. Отже, розділ доповнює фізичні моделі інженерним описом їх застосування.

У шостому розділі перевірку методів пов'язано з енергетичною структурою розсіяного поля та оцінюванням похибок. Порівняльні спостереження СРПК і комплексу на базі МРЛ-5 ілюструють результати оброблення сигналів за наявності опадів.

У висновках підсумовано результати побудови СРПК, розроблення моделей і методів поляризаційної селекції та їх експериментального дослідження. Висновки відображають основну послідовність виконаної роботи.

У додатках зібрано ілюстративні матеріали радіолокаційних спостережень атмосферних явищ і навігаційних об'єктів (А, Б), акти використання результатів (В) та перелік публікацій за темою дисертації (Г). Ці

матеріали доповнюють експериментальну й документальну основу дослідження.

Автореферат передає науковий задум, зміст розділів і основні результати дисертації.

Заявлений у вступі та авторефераті особистий внесок охоплює моделі, методи селекції, експериментальну схему й оброблення інформації про атмосферні утворення. Ці відомості окреслюють внесок здобувача у спільні публікації та мають враховуватися під час оцінювання самостійності отриманих результатів.

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

Перелік у додатку Г охоплює 57 позицій: 27 журнальних статей, одну монографію, два патенти, одне свідоцтво про реєстрацію авторського права та 26 публікацій у матеріалах конференцій. Праці висвітлюють радіофізичні моделі, формування поляризації у високочастотному тракті та результати радіолокаційних спостережень.

Представлені праці відображають розвиток фізичних моделей і їх застосування в методах селекції. За тематичним змістом у них висвітлено основні результати дисертаційного дослідження.

7. Відомості щодо академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації

Матеріали перевірки текстових збігів розглянуто разом із посиланнями, відомостями про особистий внесок здобувача та змістом дисертації. За результатами такого аналізу підстав стверджувати про наявність у роботі академічного плагіату, фабрикації або фальсифікації не виявлено.

8. Зауваження щодо змісту дисертації та автореферату

1. Обґрунтування актуальності у вступі (с. 30–32) доцільно доповнити посиланнями на дані про навігаційні інциденти за складних метеорологічних умов. Варто розмежувати вплив атмосферних завад на якість радіолокаційного спостереження та їхній внесок в аварійність: покращення виділення луна-сигналу саме по собі ще не є кількісною оцінкою зниження ризику аварій.

2. У розділі 4, зокрема у співвідношеннях (4.6)–(4.8) на с. 122–123, наведено матричний зв'язок поляризаційних характеристик падаючої та розсіяної хвиль. Доцільно систематизувати фізичне тлумачення груп коефіцієнтів матриці Мюллера: які з них описують перетворення інтенсивності та поляризації і як вони пов'язані з вимірюваними величинами. Це зробило б зрозумілішим перехід від формального матричного запису до радіофізичної характеристики навігаційного об'єкта й атмосферного утворення.

3. Принцип формування поляризацій у високочастотному тракті розглянуто на с. 95–98, проте опис потребує узгодження. На с. 95 названо феритові фазообертачі, а на с. 97–98 зміну фази пояснено переміщенням діелектричних пластин. Варто уточнити, як співвідносяться ці варіанти в реалізованому пристрої, та навести характеристики керування фазою:

діапазон, похибку встановлення і час перемикання. Це важливо для оцінювання точності формування заданих поляризаційних станів.

4. На с. 99–101 неполяризоване випромінювання пропонується формувати чергуванням ортогональних поляризацій. Варто докладніше обґрунтувати, за яких умов така послідовність після усереднення описується неполяризованою хвилею: як узгоджуються потужності та тривалість опромінення в обох станах, який інтервал усереднення прийнято і наскільки сталими мають залишатися розсіювальні властивості об'єкта протягом цього інтервалу. Потрібно також пояснити межі еквівалентності послідовного зондування й моделі неполяризованого поля для змінних атмосферних утворень.

5. Функціональні схеми оброблення на рис. 5.2 (с. 169), 5.3 (с. 186) і 5.4 (с. 212) доцільно однозначно зіставити із загальною схемою СРПК на рис. 3.3 (с. 91). Корисно вказати відповідність блоків, їхні входи й виходи та місце виконання операцій над виміряними параметрами. Це забезпечило б цілісний опис реалізації алгоритмів без обов'язкового перенесення схем між розділами.

6. Для порівняння енергетичних можливостей МРЛ-5 і СРПК у підрозділі 6.4.1 недостатньо зіставити зображення луна-сигналів. З урахуванням наведених на с. 239 довжин хвиль та різних моделей розсіювання у формулах (6.27) і (6.28) на с. 245–246 бажано подати порівняльний енергетичний розрахунок: потужність передавача, підсилення антени, втрати тракту й чутливість приймача для обраних режимів. Він допоміг би відокремити ефект поляризаційної селекції від відмінностей апаратури та відмінностей між об'ємним і точковим розсіюванням.

Зауваження зосереджені на фізичній інтерпретації моделей, формуванні заданих поляризаційних станів та зіставленні енергетичних можливостей радіолокаторів.

9. Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертація Корбана Дмитра Вікторовича «Підвищення ефективності функціонування суднових радіолокаційних комплексів» становить завершене дослідження проблеми використання поляризаційної інформації для радіолокаційного виділення навігаційних об'єктів за наявності атмосферних завад. Її результати охоплюють фізичний опис розсіяного поля, побудову вимірювального комплексу та способи оброблення сигналів.

Найсуттєвішим є зв'язок запропонованих моделей із технічною реалізацією поляризаційних вимірювань. Це надає роботі наукової та прикладної цінності для розвитку суднової радіолокації.

Узгодження теоретичних побудов із наведеними експериментальними матеріалами підтримує обґрунтованість радіофізичних результатів. Зауваження стосуються їх пояснення та умов застосування й не змінюють загальної позитивної оцінки дослідження.

Оприлюднення результатів, матеріали апробації та акти їх використання засвідчують доведення дослідження до прикладних рекомендацій. Сукупність моделей, методів і технічних рішень є достатньою для позитивної оцінки наукового рівня 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 фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
старший науковий співробітник відділу
фізичних основ радіолокації
Інституту радіофізики та електроніки
ім. О. Я. Усикова НАН України

Підпис _____ Ігор МИЦЕНКО

«20» жовтня 2026 р.

Підпис доктора фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника, старшого наукового співробітника відділу фізичних основ радіолокації Інституту радіофізики та електроніки Ігоря МИЦЕНКА засвідчую,

УКРАЇНА
ІНСТИТУТ РАДІОФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ ім. О.Я.УСИКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Ідентифікаційний код 03534593
Місто Харків

В.о. вченого секретаря Інституту
к.ф.-м.н. Олена КРИВЕНКО