

ВІДГУК
офіційного опонента
на дисертаційну роботу
Козака Андрія Віталійовича
на тему “Робота акустичних систем в умовах шумових навантажень”

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації
за спеціальністю 171 Електроніка

Актуальність теми дисертації.

Актуальність теми дисертаційного дослідження Козака Андрія Віталійовича обумовлена необхідністю вирішення задач з повітряного шумопеленгування, що обумовлено масовим використанням і швидкими темпами розвитку парку безпілотних літальних апаратів (БПЛА), що у свою чергу змінює систему охорони і безпеки будь-якого об'єкта та викликає зростання потреби у розробці та удосконаленні систем акустичного шумопеленгування БПЛА.

Постійно зростаючі вимоги до систем повітряного спостереження та розвідки, а також необхідність вдосконалення існуючого парку БПЛА в частині зменшення радіолокаційної та акустичної помітності підсвітили актуальність первинного виявлення та спостереження засобами шумопеленгаційних систем повітряних широкосмугових випромінюючих об'єктів різного призначення, а також збільшення якості первинного виявлення, впровадження в тактику боротьби з БПЛА нетрадиційних методів виявлення, що пов'язана з використанням особливостей фізичних полів різних типів.

У дисертаційній роботі сформульована та розв'язана задача розробки системи акустичного шумопеленгування малих літальних апаратів на основі методів пеленгування, які успішно використовувались в підводній акустиці.

Сучасні системи акустичного шумопеленгування БПЛА часто вимагають великих розмірів та складного обладнання, а зберігання та обробка даних, особливо при передачі їх на віддалені сервери або в центри обробки даних може ускладнити їх використання та обслуговування.

У дослідженні Козака Андрія Віталійовича на прикладі використання програмного пакету LabView показано розробку системи шумопеленгування

повітряних об'єктів за допомогою сучасного програмного забезпечення на основі акустичних принципів роботи, використовуючи методи виявлення, які встановлюють факт наявності корисного шумоподібного процесу в робочому повітряному середовищі, що дозволить відмовитись від складних аналогових приладів та залишити лише декілька блоків включаючи комп'ютер та АЦП, основною перевагою даної системи є компактність та мобільність, що дасть можливість впровадити даний акустичний комплекс у склад мультисенсорної системи виявлення.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Завданнями дисертаційного дослідження були: дослідити основні системи та методології шумопеленгування повітряних літальних апаратів; впровадження нетрадиційних програмних середовищ в практику розробки і моделювання акустичних каналів пристроїв шумопеленгування; формування схеми вимірювання за допомогою сучасних програмних та моделюючих засобів; створення макету пристрою, що реалізує акустичні методи шумопеленгування безпілотних літальних апаратів за основними характеристиками акустичного поля, формування схеми вимірювання за допомогою сучасних програмних та моделюючих засобів; визначення можливості мінімізації апаратної частини засобів повітряного шумопеленгування; програмування та відпрацювання програмного продукту в середовищі National Instruments LabView; експериментальне дослідження розробленого комплексу тракту в лабораторних і натурних умовах.

Наукова новизна отриманих Козаком А.В. результатів дисертаційного дослідження полягає в тому, що автором запропонована адаптація принципів шумопеленгування в морському середовищі до принципів пеленгування в повітрі; вперше для повітряних об'єктів розрахована енергетична дальність виявлення БПЛА типу КРИЛО; вперше використано середовище LabView для моделювання алгоритму і структури пристрою шумопеленгування; вперше програмно були об'єднані пристрій виявлення і вимірювання параметрів виявленого сигналу в комплексі, тобто підвищення надійності забезпечувалося паралельним використанням трьох трактів виявлення; вперше була запропонована акустична антена, конструкція якої дозволяє працювати як з полем тиску, так і з коливальною швидкістю, також автором дослідження за результатами розробки було створено макет пристрою шумопеленгування, функціональні можливості якого, було перевірено в практичних умовах із залученням БПЛА квадрокоптерного типу в лабораторних та натурних умовах.

Практична значимість роботи полягає в подальшому розвитку прикладних аспектів повітряного шумопеленгування, а саме створення оригінальних комбінованих пристроїв виявлення БПЛА та впровадження віртуальних інструментів для пеленгування і виявлення на основі лабораторного пакету програм LabView та MathLab.

Достовірність отриманих автором результатів забезпечується класичними методами пеленгування, в частині виявлення та вимірювання параметрів виявленого об'єкта, а також забезпечується збіг характеристик комп'ютерних моделей у частині збігу розрахункових та експериментальних даних.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Козака Андрія Віталійовича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Електроніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Електроніка і телекомунікації.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Козака Андрія Віталійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою із використанням наукового стилю мовлення. Робота характеризується чіткістю подання відомостей і результатів дослідження, що йдуть одне за одним у точній та логічній послідовності. Викладення інформативне та об'єктивне, прийнятій термінології притаманна лаконічність, ясність і зрозумілість.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатку. Загальний обсяг дисертації 159 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовані завдання, мета, об'єкт та предмет дослідження, описано методи дослідження,

надана інформація про наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, а також особистий внесок здобувача.

У першому розділі сформульовано проблеми та виконано огляд сучасного стану задач шумопеленгування БПЛА. Спираючись на сукупне використання методів акустичного, оптичного та радіолокаційного виявлення виділено мультисенсорні системи, що водночас і аналізують отримані дані різних типів, та наведено основні характеристики їх сучасних аналогів. Автором дослідження запропоновані підходи реалізації системи шумопеленгування повітряних об'єктів для застосування в програмному середовищі LabView.

У другому розділі автором визначено і досліджено математичні та фізичні засади методології виявлення та пеленгування (методика розробки математичних моделей задач виявлення БПЛА, методики розрахунку характеристик виявлення оптимальних та неоптимальних приймачів). Представлені теоретичні положення щодо розрахунку енергетичної дальності та теоретичні засади трактів виявлення (з використанням взаємних спектрів, виявлення за інтенсивністю, використання вузькосмугового спектру). Представлені теоретичні засади трактів пеленгування (кореляційний метод пеленгування, метод рівносигнальних зон). Запропоновано тракт спектрального аналізу, як перспективний засіб виявлення. Розглянуто можливість впровадження тракту спектрального аналізу у склад мультисенсорного комплексу виявлення та пеленгування БПЛА. Досліджено існуючі методи та алгоритми обробки та аналізу шумів навколишнього повітряного середовища. Запропоновано систему виявлення та пеленгування корисних шумоподібних сигналів. Розглянуто шумоподібні сигнали і завади в задачах шумопеленгування (шум автомобілів і транспортних потоків, шум авіаційного та рейкового транспорту, шум двигунів внутрішнього згоряння, шум електроустаткування, шум вентиляторів). Автором зазначено, що отриману інформацію можна застосовувати для майбутньої реалізації системи шумопеленгування повітряних об'єктів в програмному середовищі LabView.

У третьому розділі дисертаційної роботи автором наведено технічні рішення реалізації пристрою шумопеленгування БПЛА. Для реалізації пристрою було використано програмний пакет LabView. Автором оцінено якість і переваги програмного середовища LabView. Представлено отриманий тракт виявлення і пеленгування. Окреслено схему та описано її компонування і роботу за цією схемою. Приведено схему реалізації тракту виявлення і пеленгування, описано їх роботу та розписано усі складові компоненти схеми та їх характеристики у складі пристрою виявлення і шумопеленгування. Представлено мультикомпонентну векторну акустичну антену пристроїв виявлення та пеленгування.

У четвертому розділі автор приводить опис проведених експериментальних досліджень, які відбувалися шляхом лабораторного (тестування та аналіз трьох різних трактів виявлення, а також визначення характерних частот квадрокоптера) та натурного експерименту (підтвердження функціонування належним чином пеленгаційного тракту пристрою). Автором описано підготовку матеріальної бази та схеми експерименту, збирання вимірювального стенду та результати експериментальних досліджень.

В додатку автором наведено методику розрахунку дальності для різних можливих варіантів реалізації та використання приладу. Визначено та враховано завадостійкості акустичної антени. Проведено попередню оцінку результуючої завадо-сигнальної ситуації. Враховано наявність зелених насаджень, інженерних наземних об'єктів, турбулентності. Визначено прогнозовану дальність виявлення БПЛА різних типів (квадрокоптер і крило).

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 “Про затвердження Вимог до оформлення дисертації”.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Основні наукові результати дисертації висвітлені у 14 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України до категорії Б за спеціальністю 171 Електроніка; 1 патент України на корисну модель; 3 статті, що додатково відображають результати дисертації.

Також результати дисертації були апробовані на 7 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Бажано було б конкретизувати тему дисертації в прив'язці до створення акустичної системи повітряного шумопеленгування БПЛА.

2. В тексті дисертації бажано додати перелік умовних позначень.

3. В частині реалізованого програмного забезпечення представлення результатів індикації значень інтенсивності є недостатньо наочними. Рекомендується спростити інтерфейс користувача через занадто велику кількість елементів інтерфейсу та органів управління.

4. У тексті дисертації присутні орфографічні помилки та одруківки (регістр, десятковий розділювач).

5. Бажано б було покращити роздільну здатність деяких рисунків та включити посилання на використані джерела у підрисункових підписах.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Козака Андрія Віталійовича на тему “Робота акустичних систем в умовах шумових навантажень” виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв’язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6–9 “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.

Здобувач Козак Андрій Віталійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

Офіційний опонент:

Науковий співробітник

науково-дослідного управління

розвитку морських озброєнь та техніки ВМС

Центрального науково-дослідного інституту

озброєння та військової техніки Збройних Сил України

кандидат технічних наук



Ольга ПОЗДНЯКОВА

Підпис Позднякової О. засвідчую.

Начальник відділу перспектив та стройового

Центрального науково-дослідного інституту

озброєння та військової техніки

Збройних Сил України

“ 22 ” 01 2024 року



Євген НОВОЖЕНИН