

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Соболяка Олександра Васильовича «Моніторинг електромагнітних і акустичних випромінювань антропогенних об'єктів», яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика.

Актуальність теми.

Для виявлення об'єктів антропогенного і природного походження, вирішення задачі визначення координат, типу та параметрів руху, а також у зв'язку з істотним електромагнітним „забрудненням” оточуючого середовища стає актуальним створення концепції глобального інформаційного поля, в рамках якої на передній план виступає раціональне використання існуючих електромагнітних полів й випромінювань (телевізійних, мовних станцій і штучних супутників Землі (ШСЗ) систем глобальної навігації) та власних акустичних випромінювань об'єктів пасивними та пасивно-активними системами моніторингу. На відміну від існуючих активних систем спостереження, пасивно-активні та пасивні системи мають значно кращі показники щодо скритності дії та економічності. Одночасно, підвищення ефективності дії систем моніторингу може реалізовуватись не тільки за рахунок збільшення каналів отримання інформації від сенсорів, що використовують фізичні поля різної природи, а і за рахунок створення мереж з розподіленим інтелектом, що дозволить значно ефективніше використовувати отриману інформацію. В цілому, пасивно-активні та пасивні системи можуть використовуватись для моніторингу наземних та повітряних об'єктів, виявлення позицій снайперів, груп і окремих людей, виявлення екстремальних ситуацій у містах великого скупчення людей.

Основним завданнями у моніторингу електромагнітних та акустичних випромінювань антропогенних об'єктів є визначення набору характерних ознак (сигнатур), притаманних цим об'єктам, розроблення методики визначення дальності дії пасивних та пасивно-активних систем моніторингу з урахуванням стану середовища розповсюдження електромагнітних та акустичних випромінювань і наявності перешкод різного походження, інтенсивності, спектрального складу.

Також потребується розробка спеціального математичного апарату і методології для виявлення зв'язків параметрів акустичних та електромагнітних випромінювань об'єктів, опису різноманітних шумових сигналів та визначення шляхів відокремлення корисного сигналу від шумового.

Зазначене вище обумовлює **актуальність** дисертаційної роботи, метою якої є розробка методів моніторингу електромагнітних та акустичних випромінювань об'єктів антропогенного походження з використанням випромінювань існуючих наземних та супутникових радіосистем та власних акустичних випромінювань в рамках загального підходу до створення інтелектуальних мереж з розподіленим інтелектом.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

У дисертації наведено узагальнені результати досліджень, що отримані автором у період 2013 – 2018 рр., які базуються на програмах, планах і держбюджетних темах наукових досліджень Інституту радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України:

«Просторово-часові нестационарні електромагнітні та акустичні взаємодії в системі атмосфера – море – речовина; вплив стану середовища та складних відбивачів на дистанційну діагностику при локаційному і ретрансляційному зондуванні та на метеорний радіозв'язок (шифр «Обрій»), яка виконувалася в період із 01.01.2013 р. по 31.12.2017 р. на підставі Постанови Бюро ВФА НАНУ від 23.05.2012 р., протокол №5, № державної реєстрації 0113U000048 (виконавець);

«Використання випромінювань штучних супутників Землі та телевізійних центрів для дослідження атмосферних процесів», шифр «Діагностика» (2013 – 2014 рр.), № державної реєстрації 0113U002976, яка виконувалась відповідно до Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень на 2012 – 2016 рр. за розпорядженням Президії НАН України від 01.02.13 № 56 (1-й етап) та від 04.03.14 № 140 (2-й етап) (виконавець);

«Взаємодії електромагнітних і акустичних хвиль в системі довкілля-речовина та їх використання для вирішення проблем радіолокації, енергетики, екології, медицини та зв'язку» (шифр "Обрій-2"), яка виконується в період із 01.01.2018 р. по 31.12.2022 р. на підставі Постанови Бюро ВФА НАНУ від 06.06.2017р., протокол №4, № державної реєстрації 0118U003034 (виконавець).

Наукова новизна та обґрунтованість результатів, що отримано.

Головна наукова новизна роботи Соболяка О.В. полягає в вирішенні актуальної задачі моніторингу електромагнітних та акустичних випромінювань об'єктів антропогенного походження з використанням випромінювання існуючих наземних та супутникових радіосистем. В процесі її вирішення за допомогою комплексу вимірювальної апаратури експериментально і теоретично досліджено рівні шуму, діаграми і спектри акустичного випромінювання наземних і аеродинамічних об'єктів; визначено можливість використання мовних станцій КХ та УКХ діапазонів для вирішення задач радіолокації; експериментально підтверджено сигнатури електромагнітних та акустичних портретів об'єктів техніки.

Це дозволило запропонувати методику оцінки дальності дії пасивних та пасивно-активних систем, що використовують власні акустичні випромінювання та випромінювання космічних і наземних радіосистем; методику аналізу квазіперіодичних процесів, в тому числі при поширенні хвиль у середовищах з дисперсією та поглинанням; підвищення ефективності використання техніки за рахунок створення інтелектуальних мереж.

Наукова новизна дисертації, на мій погляд, полягає в наступному:

1. Була запропонована методика теоретичного визначення дальності дії акустичної системи розвідки з урахуванням дисперсійних властивостей атмосфери, властивостей підстильної поверхні та рівня завад.

2. Запропоновано методику аналізу квазіперіодичних процесів при поширенні хвиль у середовищах з дисперсією і поглинанням.
3. Показана можливість створення акустичних та електромагнітних портретів об'єктів техніки на основі оптичного зображення.
4. Виявлено у спектрах радіолокаційного відбиття від вертольоту сплески спектральної щільності у високочастотній області з частотою, кратною частоті обертання лопатей, що може бути використано для підвищення контрастності його спостереження на фоні місцевості.
5. Виявлено наявність однакових спектральних компонент при різних частотах та поляризація опромінюючого сигналу, пов'язаних з вібрацією обшивки під впливом рушійної установки.
6. Запропоновано імітаційну модель нестационарних акустичних шумів і пасивних завад від суші, покритою рослинністю, з використанням напівмарківських вкладених процесів з декількома фазовими станами.

Вірогідність отриманих результатів. Обґрунтованість і достовірність основних положень і висновків, сформульованих у дисертації, обумовлено:

1. Чіткою постановкою сформульованої проблеми та складових задач, переконливим обґрунтуванням необхідності її вирішення.
2. Методичною цілісністю дисертації, яка включає як теоретичні методи статистичної радіофізики, радіотехніки, математичної статистики, теорії статистичних рішень, так і експериментальні методи вивчення особливостей поширення радіохвиль та акустичних випромінювань у тропосфері.
3. Великим обсягом проведених в різні сезони і в різних діапазонах хвиль експериментальних досліджень у натурних умовах.
4. Узгодженням отриманих результатів і висновків із сучасними фізичними моделями; перевіркою запропонованих співвідношень шляхом зіставлення з експериментальними даними.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення проведеної автором роботи полягає в наступному.

1. Розроблені в дисертаційній роботі методики визначення дальності дії систем акустичної розвідки дозволяють прогнозувати ефективність системи акустичної розвідки для різних випадків стану атмосфери, підстильної поверхні, наявності шумових завад.
2. Запропонований метод створення акустичних та електромагнітних портретів на основі оптичних зображень дозволяє теоретично визначати акустичні та електромагнітні сигнатури об'єктів за інформацією з загальнодоступних джерел.
3. Ширококутовий сплеск у високочастотній частині спектру відбиття від лопатей вертольоту може бути використаний як інформативна ознака у разі відсутності доплерівського зсуву частоти у відбитті від корпусу вертольоту.
4. На основі виявлених однакових спектральних компонент на різних поляризаціях прийому і довжинах хвиль опромінюючого поля, що пов'язані з вібрацією обшивки під впливом рушійної установки, можливе створення

методик підвищення контрастності сигналів об'єкту на фоні завад від місцевості.

5. Розроблені імітаційні моделі акустичних шумів і радіолокаційних відбиттів від суші можуть використовуватись для оцінки дальності дії систем акустичної розвідки і активно-пасивних систем радіолокації.

6. Показано перспективність розробки методик моніторингу довкілля, що базуються на збігу особливостей акустичних і вторинних електромагнітних випромінювань природних та антропогенних об'єктів.

Зауваження та недоліки. Підтверджуючи обґрунтованість висновків і отриманих результатів, по суті їх змісту необхідно зробити наступні зауваження:

1. Запропонована методика теоретичного визначення дальності дії систем акустичної розвідки з урахуванням таких чинників як температура та вологість повітря, стан підстильної поверхні, рівень шумових завад може бути використана для оціночних розрахунків, але у окремих випадках потрібно також врахувати напрямок вітру та наявність перешкод, типу лісосмуга, будівля, паркан та інше, що перешкоджають поширенню акустичного випромінювання.

2. У формулі 2.18 стр.57 для загасання акустичного випромінювання присутні складові для загасання через екранування та інших причин, які не враховані у подальших розрахунках.

3. На рис.2.10 не чітко виконана нумерація спектрів для різних режимів роботи дизельного двигуна.

4. У розділі 3 при визначенні ЕПР елементів вертольоту не розглянуто випадок нанесення поглинаючих у радіодіапазоні електромагнітних хвиль покриттів, яким чином ці покриття вплинуть на значення ЕПР .

5. У розділі 4 вивчення радіолокаційних характеристик ділянок місцевості з рослинним покривом у НВЧ діапазоні радіохвиль дані щодо питомої ЕПР наведені без урахування наявності атмосферних опадів на час проведення вимірів. Якщо дані наведені для випадку відсутності атмосферних опадів, необхідно у подальшому виконати дослідження щодо визначення ПЕПР при наявності дощу, туману, інею.

6. Дослідження спектрів сигналів мовних радіостанцій КХ діапазону з використанням приймача DEGEN DE-1127 має оціночний характер оскільки приймачи цього типу оснащені пристроями автоматичного регулювання підсилення сигналу. При виконанні подальших досліджень у цьому напрямку доцільно використовувати спеціалізовані приймачі.

Разом з тим, вказані зауваження не порушують принципово суть роботи, не впливають суттєво на кінцеві результати досліджень, не зменшують наукову значущість і актуальність дисертації та не знижують високу оцінку наукового рівня роботи.

Переходячи до загальної оцінки дисертації, слід зазначити, що вона є закінченим і цілісним дослідженням з чіткою структурою і логічним викладанням матеріалу і свідчить про персональний внесок автора в науку.

Аналіз публікацій автора показав, що вони мають усі необхідні елементи, що підкреслюють повноту і глибину розкриття розроблених питань. Результати дисертаційної роботи досить повно висвітлено у відповідних публікаціях, що включають 8 статей опублікованих в журналах і збірниках, які входять до відповідного переліку фахових видань України за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика, 1 патенті. Робота має достатню апробацію на 7 міжнародних і всеукраїнських конференціях у вигляді 14 доповідей.

Зміст та структура автореферату цілком відповідають структурі, основним положенням та висновкам дисертації.

Висновки по роботі в цілому. Дисертаційна робота Соболяка О.В. "Моніторинг електромагнітних і акустичних випромінювань антропогенних об'єктів" є завершеним дослідженням, в якому вирішено важливу наукову задачу, а відображені в ньому науково обґрунтовані результати можуть бути корисні при подальшому розвитку актуального на сьогодні радіофізичного напрямку – моніторингу навколишнього середовища Землі з використанням випромінювання існуючих наземних і супутникових радіосистем.

З урахуванням актуальності, новизни, теоретичної та практичної значущості результатів вважаю, що дисертаційна робота Соболяка О.В. "Моніторинг електромагнітних і акустичних випромінювань антропогенних об'єктів" повністю відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, а її автор, Соболяк Олександр Васильович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03. - радіофізика.

Офіційний опонент
професор кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем
Національного аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського „ХАІ”
доктор технічних наук
професор

27.09.19;

В.К. Волосюк

Підпис д. т. н., професора Волосюка В. К. засвідчую
Вчений секретар Національного аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського „ХАІ”,
доцент

С.Є. Чмихун

