

Голові Спеціалізованої вченої ради  
Д 64.052.03  
доктору технічних наук, професору  
Карташову В.М.

## ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Пашкова Дмитра Павловича на дисертаційну роботу Тимошук Олени Миколаївни на тему “Структурний синтез просторово-розподілених надширокосмугових радіометричних комплексів”, яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи.

### **Актуальність обраної теми.**

Розвиток перспективних радіотехнічних систем пов'язаний із принципами інтегрування різних елементів радіотракту та «зеленого інжинірингу» особливістю яких є: використання оптимальної потужності енергоспоживання, підвищення якості функціонування радіосистем та зменшення масо-габаритних характеристик, а також зниження впливу на навколишнє природне середовище та біологічні об'єкти. Тому на сучасному етапі відокремлюються мікрохвильові пасивні радіотехнічні комплекси (ПРТК), що дозволяють обробляти власне радіовипромінювання або відбите випромінювання інших джерел. При цьому, розвиток ПРТК залежить від визначення властивостей випромінювання, а також від методів і засобів якісного приймання мікрохвильових радіосигналів. Особливістю сучасних розробок є розширення робочої смуги, що дає можливість знизити похибку оцінок параметрів радіотеплового випромінювання об'єктів, а також покращує флуктуаційну чутливість приймача і зменшує кутові неоднозначності вимірювання координат. Крім того, виникають проблемні питання, які пов'язані з формуванням випромінювання радіотеплових полів та їх відображення радіометричних зображень на картооснові. Це також ускладнює інтерпретацію вимірювальних даних надширокосмугових пасивних радіотехнічних комплексів. Одним із шляхів вирішення цих питань є удосконалення приймання надширокосмугових просторово-часових сигналів в радіотехнічних системах та картографування виявлених об'єктів. Тому можна стверджувати, що обрана тематика є важливою, а тема дисертаційних досліджень що пов'язана з розвитком статистичної теорії структурного синтезу та аналізу надширокосмугових пасивних радіотехнічних комплексів і розробкою високоточних комплексів дво- і тривимірною картографування об'єктів є актуальною.

Дисертаційні дослідження Тимошук Олени Миколаївни проводилися відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» (від 11 липня 2001 року, № 2623-III), Постанови КМ України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки на період до 2020 року» та відповідно розпорядження КМ України «Концепції реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 року» (від 30 березня 2011 року, № 238-р).

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

Ступінь обґрунтованості наукових положень підтверджується відомими теоретичними положеннями статистичного аналізу та синтезу, коректним використанням сучасних методів математичної статистики та спектрально-кореляційного аналізу, а також підтверджено викладками, які обґрунтовано та змістовно викладені у роботі. Результати дисертаційних досліджень отримано з використанням положень відомих теорій побудови пасивних надширокосмугових радіотехнічних систем та радіометрів. Зроблені здобувачем висновки до розділів достатньо відображають основні результати проведених досліджень, логічні та обґрунтовані. Крім того, ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків, сформульованих у дисертації, підтверджуються збіжністю отриманих результатів.

**Достовірність одержаних результатів підтверджується результатами імітаційного моделювання та їх збіжністю з відомими даними, коректним використанням відомих методів досліджень та несуперечністю розробленої методики.** Отримані результати імітаційного моделювання та теоретичних розрахунків показали, що вони мають ясну фізичну трактовку та не суперечать відомим даним.

В ході дисертаційних досліджень автор отримав нові наукові результати, а саме:

1. Отримали подальший розвиток моделі надширокосмугових просторово-часових сигналів, які дозволяють врахувати кривизну хвильового фронту поля між просторово-рознесеними антенами для дослідження об'єктів у ближній зоні Френеля, що дозволило формалізувати оптимізаційну задачу структурного синтезу пасивної радіотехнічної системи тривимірного картографування протяжних об'єктів.

2. Удосконалено метод заповнення області просторово-спектральної чутливості систем апертурного синтезу надширокосмуговими просторово-часовими сигналами, із урахуванням нерівномірного заповнення області просторово-спектральної чутливості. Це дозволило обґрунтувати можливість переходу від обробки надширокосмугових до багатосмугових просторово-часових сигналів з нееквідистантним кроком по частоті.

3. Вперше введено нові та удосконалено ряд наявних визначень, які традиційно використовуються для опису вузькосмугових сигналів, для адекватного визначення фізичної сутності статистичних характеристик надширокосмугових просторово-часових сигналів і алгоритмів їх обробки.

4. Вперше отримано точні розв'язки задач структурного синтезу пасивних надширококутних радіотехнічних комплексів високоточного формування радіометричних зображень об'єктів, які розміщені у дальній зоні Фраунгофера, у випадку використання антенних систем із довільним числом елементів. Вперше надано фізичну інтерпретацію радіометричних зображень, отриманих багатоканальними пасивними радіометричними комплексами, зокрема, показано, що вони представляють собою вагові усереднення радіометричних зображень, отриманих на континуумі робочого діапазону частот.

5. Вперше розроблено метод інверсної просторової фільтрації первинних двовимірних радіометричних зображень для формування радіометричних зображень, що передбачає попереднє оцінювання узагальненої функції невизначеності комплексу і наступне їх відновлення з точністю, яка суттєво вища за визначену функцією невизначеності системи на кожній із частот у межах робочого діапазону. Особливістю запропонованого методу є те, що він може застосовуватися для обробки зображень, які, окрім протяжних, містять хоча б одне точкове джерело радіовипромінювання.

6. Вперше запропоновано, синтезовано та ґрунтовно досліджено пасивні радіотехнічні системи тривимірного картографування протяжних об'єктів, які на відміну від активних систем картографування характеризуються меншою точністю, але не потребують зондуючого сигналу і у майбутньому при удосконаленні елементної бази для обробки надширококутних сигналів здатні будуть конкурувати по точності з активними.

7. Запропоновано новий критерій вузько-, широко- та надширококутності для ПРТК, який на відміну від відомих, передбачає аналіз функції невизначеності пасивного радіометричного комплексу і, відповідно, залежить не тільки від відношення ширини робочої смуги частот до центральної частоти налаштування приймача, а й від розміщення антенної системи. Цей критерій усуває наявні розбіжності у визначенні належності систем до вузько-, широко- та надширококутних.

Результати дисертаційних досліджень автора мають практичну значимість, а саме:

- отримані результати є підґрунтям для формування обліку перспективних високоточних ПРТК дво- і тривимірного картографування;
- створення прибережних систем виявлення-супроводження надводних суден на основі розрахунку ПРТК контролю акваторій;
- методики розрахунку характеристик спрямованості ПРТК можуть бути використані для обґрунтування вибору їх основних параметрів та характеристик при проектуванні, зокрема, при фіксованій антенній системі можна обґрунтувати робочий діапазон частот, який забезпечить вирішення задачі з заданою точністю;
- використання аналітичних виразів для розрахунку потенційної флуктуаційної чутливості та граничної похибки оцінок параметрів доцільно в критичних межах, до яких слід наближатися при проектуванні пасивних радіотехнічних комплексів.

### **Використання отриманих наукових та практичних результатів.**

Наукові та практичні результати, які отримав здобувач, можуть використовуватися при розробці і обґрунтуванні технічних вимог до перспективних просторово-розподілених надширококутних радіотехнічних систем, обробки сигналів надширококутних просторово-часових сигналів, побудови перспективних пасивних радіотехнічних комплексів з багатоелементними антенними, а також для формування радіометричних зображень. Крім того, результати досліджень можуть викладатися у навчальних дисциплінах «Сучасні методи експериментальних досліджень та обробки даних в навігації та управлінні судном», «Технічні засоби судноводіння», «Сучасні автоматизовані системи управління рухом суден. Навігаційні інформаційні системи з електронними картами. Інформаційні технології».

Обраний напрямок наукових досліджень здобувача тісно пов'язаний із науково-дослідними роботами: «Розробка комплексного показника якості пасажирських круїзних суден змішаного плавання в системі безпересадкових круїзних перевезень між портами Дніпра, Чорного моря та Дунаю (№ ДР 0116u03946), яка виконувалася у Київській державній академії водного транспорту; «Методи та засоби ідентифікації об'єктів дистанційного спостереження за допомогою радіотехнічних та діагностичних комплексів аерокосмічного базування» (№ ДР 0113u000577) та «Розвиток теорії, методів та засобів високоточного дистанційного моніторингу природних середовищ надширококутними багатоканальними радіометричними системами» (№ ДР 0116u003788), які проводилися в Національному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

### **Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.**

Основні результати дисертаційної роботи відображені у 41 друкованих наукових працях, серед них: 23 статей, опублікованих особисто і у співавторстві у збірниках наукових праць, що входять до переліку видань, визначених МОН України для публікацій результатів досліджень із технічних наук (у тому числі 8 опубліковані одноосібно, 16 опубліковані у міжнародних наукометричних базах даних), 12 матеріалів і тез науково-технічних конференцій та семінарів.

### **Зміст та оформлення дисертації та автореферату.**

Зміст та оформлення автореферату та дисертації відповідають встановленим вимогам МОН України. Основні положення дисертації та зміст повноцінно розкриті у авторефераті. Дисертаційна робота написана у чіткій методичній послідовності, логічна та має закінчений вигляд. Обсяг дисертації задовольняє вимогам пункту 10, а обсяг автореферату задовольняє вимогам пункту 13 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова КМУ від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами).

### **Відповідність паспорту спеціальності.**

Робота відповідає паспорту спеціальності 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи за напрямком досліджень що стосується розроблення нових радіотехнічних та телевізійних систем, комплексів, пристроїв та їх вузлів.

### **Недоліки та зауваження.**

Поряд із позитивними сторонами дисертаційного дослідження необхідно відзначити деякі недоліки та зауваження:

1. У першому розділі в ході аналізу принципів побудови та функціонування пасивних радіотехнічних комплексів не достатньо розкрити особливості роботи радіосистем. Бажано було зробити більш ретельний аналіз та надати матеріал що стосується структурних схем пасивних радіотехнічних комплексів.

2. Не достатньо обґрунтовано, чому в ході оптимізації алгоритму обробки радіометричних сигналів у пасивних радіотехнічних комплексах використовується метод максимальної правдоподібності.

3. В роботі при наведенні «алгоритмів оптимальної/квазіоптимальної обробки НШС радіотеплових полів» (третій розділ) доцільно було представити алгоритм в графічному вигляді, а не описовому вигляді. Це не дає можливість оцінити його (алгоритму) роботу в повному обсязі.

4. У ході викладу матеріалу наукових досліджень четвертого розділу не достатньо описано проміжні результати досліджень. Крім того, розділ перевантажений графічними матеріалами та рисунками.

5. У п'ятому розділі дисертації не розкриті умови та методика проведення імітаційного моделювання. Також не наведено порівняльних оцінок отриманих даних. Це ускладнює розуміння отриманих результатів, впливів похибок на визначення місця знаходження.

6. Для якісного отримання яскравісної температури в радіометрах використовується калібрування профілів. В роботі не розкрито, яким чином здійснюється налаштування пристрою при наявності різних об'єктів в зоні спостереження.


7. У дисертації та авторефераті присутні стилістичні помилки, незначні граматичні помилки. Крім того, в авторефераті відсутні деякі пояснення до формул та перемінних, недостатньо описані рисунки (стор. 23, 24, 28, рис. 15, 16, 21).

Зазначені недоліки знижують якість роботи, але не є визначальними для її позитивної оцінки та зроблених висновків в цілому.

**Висновки та загальна оцінка роботи.** Дисертаційна робота Тимошук Олени Миколаївни є завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій вирішена наукова проблема, що полягає у розвитку статистичної теорії структурного синтезу та аналізу надширокосмугових пасивних радіотехнічних комплексів і розробки на її основі високоточних комплексів дво- і тривимірного картографування об'єктів. Дисертація та автореферат відповідає встановленим вимогам п.9, п.10 і п.13 «Порядку присудження

наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами), а її автор Тимощук Олена Миколаївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи.

Відгук підготував офіційний опонент  
провідний фахівець лабораторії космічних систем  
дистанційного зондування Землі, навігації, зв'язку  
та контролю космічного простору  
Національного центру управління та випробувань космічних засобів,  
Почесний працівник космічної галузі України  
доктор технічних наук, професор



Д.П. Пашков

«26» жовтня 2017 року

Підпис Пашкова Д.П. засвідчую.

В.о. начальника  
Національного центру управління та випробувань космічних засобів

К.П. Волох

«26» жовтня 2017 року

