

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Карташова Олександра Володимировича

на тему:

“Методи адаптації систем радіоакустичного зондування атмосфери”,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми дисертації

Функціонування систем радіоакустичного зондування (РАЗ) атмосфери базується на явищі розсіювання електромагнітних хвиль неоднорідностями атмосфери, які створюються звуковою посилкою, що надає змогу створювати ефективні засоби дослідження нижніх атмосферних шарів. Вони використовуються при вирішенні ряду актуальних завдань як наукового, так і прикладного змісту, зокрема для метеорологічного забезпечення зльоту й посадки літаків та космічних апаратів, прогнозування екологічного стану повітряного басейну тощо.

Системи радіоакустичного зондування атмосфери дозволяють отримувати досить повну інформацію про процеси, що відбуваються в атмосферному граничному шарі. Такий значний обсяг метеорологічної інформації в край важко отримати іншими відомими способами при тих самих чи порівнянних витратах. Перевагою радіоакустичного методу є його оперативність – однократне посилення звукового імпульсу дозволяє визначати профіль температури у всьому досліджуваному шарі. Іншими важливими перевагами методу є його досить висока завадозахищеність, обумовлена вузькосмуговістю спектра розсіяного сигналу, всепогодністю і стабільністю існування розсіяного сигналу незалежно від ступеня турбулізованості атмосфери.

Відомі з літератури способи підвищення ефективності, а саме – оперативності зондування і точності вимірювання параметрів атмосфери системами РАЗ, не дають необхідного ефекту, припустима величина похибки спостерігається тільки за умови використання простих зондувальних сигналів і точному виконанні умови Бреґґа.

Тому актуальною є тема дисертаційних досліджень Карташова О.В., у якій поставлено та вирішено науково-прикладне завдання з вдосконалення зондувальних сигналів і методів обробки розсіяних сигналів радіоакустичних систем, що дозволяє підвищити оперативність зондування, точність вимірювання характеристик атмосфери такими системами, розширює області їхнього застосування при рішенні практичних завдань.

Актуальність дисертаційних досліджень підтверджується також їхнім зв'язком з держбюджетною науково-дослідною роботою (НДР): “Моніторинг повітряного простору комплексними засобами для виявлення та

спостереження повітряних об'єктів і дистанційного зондування середовища” (державний реєстраційний номер НДР: 0126U002532).

Наукова новизна результатів досліджень

1. Розроблено основні принципи, послідовність проектування та дослідження систем РАЗ. Відповідно до системного підходу з загальної задачі дослідження виділено такі завдання: синтез (вибір) видів векторних зондувальних радіо та акустичних сигналів; синтез алгоритмів просторової та часової обробки сигналів; розробка алгоритмів управління системою і її адаптації до зовнішніх умов.

2. Удосконалено математичну модель інформаційного локаційного каналу систем РАЗ, яка відрізняється від відомих використанням просторових хвильових частотних уявлень зондувальних акустичного та електромагнітного сигналів.

3. Вперше з використанням теорії стохастичного оптимального управління розроблено метод управління частотою зондувального радіосигналу для виконання умови Брегга трасою зондування систем РАЗ. Метод включає операції оцінювання швидкості звуку, стохастичної лінійної фільтрації вектора параметрів стану акустичного хвильового пакета та детермінованого управління частотою радіосигналу на основі отриманих даних.

4. Запропоновано використовувати в контурі управління частотою зондувального радіосигналу удосконалений метод оцінювання параметрів сигналу для визначення швидкості звуку, який формує оцінки максимальної правдоподібності, що дозволяє усунути систематичні похибки вимірювань.

Оцінка достовірності та новизни наукових результатів визначається коректним використанням методів математичного аналізу, застосуванням адекватних моделей інформаційного локаційного каналу, обґрунтованим вибором допущень і обмежень під час формулювання та постановки розв'язуваної наукової задачі. Теоретичні результати роботи підтверджено результатами розрахунків дисперсії випадкової складової похибки вимірювання параметрів сигналів і метеопараметрів, значень систематичної похибки, а також результатами математичного моделювання алгоритмів оптимальної фільтрації профілів швидкості звуку та експериментальними даними, співпадінням отриманих результатів з раніше відомими в літературі.

Значимість роботи для теорії та практики

1. Удосконалена математична модель інформаційного локаційного каналу систем РАЗ дозволяє фізично змістовно та наочно описати процес взаємодії зондувальних сигналів в атмосфері, а також процес формування розсіяного радіосигналу при різних видах зондувальних коливань та різних станах атмосфери. Удосконалені моделі інформаційного каналу і методи дослідження зондувальних акустичних і електромагнітних сигналів будуть використані в процесі вивчення властивостей різноманітних видів зондувальних векторних сигналів систем РАЗ. На основі розробленої моделі каналу можуть бути створені імітатори корисних сигналів, які необхідні при проектуванні станцій РАЗ.

2. Розроблений метод частотної адаптації систем дозволяє отримати профіль “миттєвих” значень температури з випромінюванням лише одного акустичного хвильового пакета, у наслідок цього зменшується час вимірювання “усередненого” профілю з однієї години до декількох хвилин і суттєво збільшується максимальна висота зондування, оскільки забезпечується функціонування системи в умовах малих значень відношення сигнал/шум, характерних для значних висот.

Отримання профілів температури атмосфери з покращеними показниками (час, точність вимірювання) дозволяє підвищити якість розв'язання прикладних задач з забезпечення зльоту і посадки літальних та космічних апаратів, прогнозування умов поширення акустичних і радіохвиль в атмосфері тощо.

3. Розроблено пропозиції з удосконалення наявних систем РАЗ промислового виробництва шляхом реалізації запропонованого методу адаптації та більш ефективної методики вимірювання профілів температури атмосферного середовища. Для цього потрібна модифікація пристроїв формування зондувальних радіосигналів у складі систем. Сигнали з частотою випромінювання, яка адаптивно змінюється, можуть бути реалізовані з використанням синтезаторів частот.

4. За результатами моделювання показано можливість підвищення ефективності використання енергетичного потенціалу станцій РАЗ у десятки разів шляхом застосування розробленого методу керування частотою зондувального радіосигналу.

Розроблені методи, моделі, алгоритми та методики впроваджено на науково-виробничому підприємстві “ЕТВ- Технологія” (м. Харків), у ХНУРЕ під час виконання держбюджетної НДР “Моніторинг повітряного простору комплексними засобами для виявлення та спостереження повітряних об'єктів і дистанційного зондування середовища” (державний реєстраційний номер НДР: 0126U002532), у навчальному процесі кафедри “Медіаінженерія та інформаційні радіoeлектронні системи” ХНУРЕ.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

Матеріал дисертації викладено послідовно та продумано, із чітким розумінням мети і задач дослідження, з коректним використанням загальнонаукової й загальнотехнічної лексики.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям: радіотехнічні системи дистанційного зондування атмосфери.

За результатами розгляду звіту подібності щодо перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння встановлено, що дисертаційна робота Карташова О.В. 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 джерела. Принципів академічної доброчесності дотримано.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлено у 20 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 1 стаття – у періодичному науковому виданні, проіндексованому у науково-метричних базах WoS та/або Scopus, 8 статей – у періодичних фахових виданнях, що належать до категорії “Б”; 1 доповідь – на міжнародній науковій конференції, яку проіндексовано у базі Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 10 наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача відповідають темі дисертаційного дослідження, відображають його основні наукові результати та свідчать про належний рівень апробації роботи. Особистий внесок здобувача у публікаціях, виконаних у співавторстві, відповідно задокументований та є суттєвим.

Принципи академічної доброчесності у наукових публікаціях дотримано.

Таким чином, наукові результати, які отримано в дисертаційній роботі, повністю висвітлено у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. В роботі стверджується, що другий член критерію якості (вираз (4.4)), який відповідає за використання ресурсів системи, насамперед обчислювальних ресурсів, можна не враховувати при синтезі алгоритму адаптації системи, але відповідних розрахунків, що підтверджують цей висновок, не наведено.

2. З тексту дисертації не ясно, які переваги забезпечить використання запропонованого методу обробки сигналів при вимірюванні інших параметрів атмосфери, а саме – швидкості вітру, параметрів турбулентності, вологості?

3. В роботі вказано, що використання розробленого методу адаптації на практиці дозволить підвищити дальність дії системи зондування, але конкретних розрахунків не наведено.

4. Не зрозуміло, яку доцільність має відображення в роботі на рис. 4.3 лінії оптимального управління (пряма лінія на рисунку)?

5. В роботі не проаналізовано вплив горизонтального вітру атмосфери на функціонування систем РАЗ.

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота Карташова Олександра Володимировича на тему “Методи адаптації систем радіоакустичного зондування атмосфери”, яку подано на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка (галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації), 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 Карташов Олександра Володимирович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації.

Офіційний опонент:

Заступник начальника науково-дослідного відділу супроводження інноваційних проєктів науково-дослідного управління розвитку спеціальних систем та інновацій Житомирського військового інституту імені С. П. Корольова

доктор технічних наук, професор
27.07.26

Олександр КОСТИРЯ

Підпис Олександра Костирі засвідчую.
Начальник відділу персоналу штабу
підполковник

Сергій ПИСАРЕНКО