

Вченому секретарю спеціалізованої вченої
ради Д 64.052.03
Харківського національного університету
Радіоелектроніки
Безруку В.М.

ВІДГУК

офіційного опонента

Руженцева Миколи Вікторовича

на дисертацію Вороніна Віталія Валерійовича

**«Удосконалення методів захисту від перешкод
систем акустичного зондування атмосфери»,**

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.12.17 – радіотехнічні та телевізійні системи

Актуальність теми

Засоби моніторингу атмосфери широко застосовуються в екології, авіації, радіозв'язку, радіолокації. Для цього застосовуються дистанційні неконтактні методи зондування атмосфери. Одним з перспективних методів дистанційного зондування є акустичний метод, заснований на випромінюванні в атмосферу акустичних хвиль і визначенні характеристик атмосфери за параметрами сигналу, розсіяного природними турбулентними неоднородностями.

Розвиток техніки просторово-часової обробки сигналів систем акустичного зондування атмосфери призвів до переходу від антен з громіздкими звукозахисними укриттями до адаптивних цифрових методів придушення перешкод і формування зондуючого сигналу. Застосування адаптивного придушення перешкод в реальному часі дозволить ефективно використовувати систему акустичного зондування атмосфери в умовах присутності різних активних техногенних і атмосферних перешкод і забезпечить підвищення завадозахищеності систем акустичного зондування.

Аналіз літератури за темою дисертації показує, що розробка методів і засобів адаптації систем акустичного зондування атмосфери до мінливої перешкодової і метеорологічної обстановки є актуальною науково-прикладною задачею сучасної теорії і техніки акустичного зондування. Для розробки методів цифрової обробки сигналів, методів придушення перешкод в різних радіоелектронних системах широко застосовуються авторегресійні моделі лінійного передбачення. Параметричні методи спектрального оцінювання на основі коефіцієнтів авторегресії ефективно застосовуються для аналізу і обробки вузькосмугових сигналів. Конструктивність моделі авторегресії полягає в можливості синтезу

ХНУРЕ
Вхідний № 01/24-1351
" 25 " 11 20 19 р.

досить простим способом алгоритмів обробки випадкових процесів, розробки більш ефективних решітчастих фільтрів для адаптивного придушення завад.

Перешкоди, що діють на систему акустичного зондування атмосфери, нестаціонарні в часі і досить швидко змінюють свої характеристики, які залежать від типу джерела перешкод, характеру руху джерела (наприклад, зліт, посадка, рулежка літака в районі аеродрому), від його віддаленості до приймальних антен сигналів систем акустичного зондування атмосфери і ряду інших чинників. Тому найбільш ефективним засобом придушення наявних акустичних перешкод є адаптивні фільтри.

Таким чином, актуальною є тема дисертації, в якій вирішується науково-прикладне завдання удосконалення методів адаптивного придушення акустичних перешкод фільтрами лінійного передбачення в системах акустичного дистанційного зондування атмосфери.

Актуальність дисертаційних досліджень підтверджується також їх зв'язком з держбюджетними науково-дослідними роботами, виконаними в Харківському національному університеті радіоелектроніки з держбюджетної НДР №312, реєстраційний номер 011U002541 «Розробка нових інформаційно-вимірювальних систем і технологій координато-часового і метеорологічного забезпечення та зв'язку» (2015-2016 роки), у якій здобувач був виконавцем.

Наукова новизна отриманих результатів

1. Проведено аналіз відомих моделей авторегресії для вирішення задач, що поставлені в дисертаційній роботі. Отримано подальший розвиток математичного подання теорії комплексних моделей авторегресії вузькосмугових випадкових акустичних сигналів і перешкод.

2. Запропоновано нові авторегресійні методи генерації комплексних випадкових сигналів із заданими спектральними характеристиками, що відрізняються від використовуваних раніше моделей на основі різницевих рівнянь більш високою точністю відтворення заданих характеристик сигналів, універсальністю та стабільністю.

3. Удосконалено метод захисту від перешкод систем акустичного зондування атмосфери на основі адаптивних фільтрів лінійного передбачення, що відрізняється обґрунтованим вибором частоти зондуючого сигналу шляхом аналізу спектру потужних акустичних перешкод і обґрунтованим використанням алгоритмів їх адаптації.

4. Удосконалено методику експериментального дослідження ефективності придушення акустичних перешкод адаптивними решітчастими фільтрами з завадовим каналом, що відрізняється урахуванням існуючих характеристик основного і завадового каналів. Отримано подальший розвиток алгоритмів оцінювання частоти розсіяного сигналу содарів шляхом обліку викидів доплерівської частоти за допомогою обмеження смуги вимірювань частоти. Ефективність алгоритмів підтверджена результатами оцінювання частоти сигналу на фоні потужних акустичних перешкод від різних типів сучасних авіалайнерів, автотрас, дощу, швидкого поїзда.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів

Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів забезпечується і підтверджується чіткою та послідовною постановкою задач дослідження, застосуванням теоретично обґрунтованих методів, відповідністю результатів моделювання і розрахунків за допомогою розроблених методів з відомими даними, результатами апробацій на наукових конференціях.

Практичне значення отриманих результатів

Застосування в роботі комплексних математичних моделей лінійного передбачення акустичних сигналів і завад дозволяє удосконалити алгоритми обробки акустичних сигналів в системі акустичного зондування і підвищити їх швидкодію. Запропоновані математичні моделі розсіяних акустичних сигналів і каналів розсіювання дозволяють створювати з їх використанням апаратно-програмні пристрої – імітатори розсіяних сигналів або інформаційних локаційних каналів систем акустичного зондування, які вкрай необхідні при випробуваннях наявної або проектованої апаратури. З використанням імітаторів може визначатися працездатність апаратури, реальні значення показників якості блоків систем і здійснюватися метрологічна атестація станцій в цілому. Таким чином, аналіз системи та її окремих елементів на етапі проектування содарів відтепер може проводитися теоретично-аналітичним шляхом або методом напівнатурного фізичного моделювання.

Досліджені та запропоновані методи придушення перешкод при їх практичній реалізації в содарах дозволяють підвищити їх заводозахисність і забезпечать можливість роботи в місцях з несприятливою заводою обстановкою. При цьому погрішності оцінювання частоти розсіяного сигналу зменшуються, а отже підвищується точність визначення характеристик атмосфери.

Ефективність досліджених методів адаптивного придушення перешкод на решітчастих фільтрах доводить, що вони можуть бути використані при просторово-часовій обробці сигналів систем акустичного придушення перешкод в содарах з ФАР.

Оцінка змісту дисертації

Дисертація побудована логічно, матеріал викладено послідовно і продумано, з чітким розумінням мети і задачі дослідження. Розбиття дисертації на розділи і підрозділи виконано обґрунтовано, назви їх чіткі, відображають зміст відповідних структурних одиниць. Дисертація написана літературною, технічно грамотною мовою.

Розроблені моделі та методи досліджень, наукові положення, висновки і практичні рекомендації з достатньою повнотою викладені в роботах, опублікованих за темою дисертації. Результати роботи пройшли необхідну апробацію на наукових конференціях.

Автореферат відображає основні результати та висновки роботи, оформлений відповідно до чинних вимог. Дисертаційна робота відповідає паспорту

спеціальності 05.12.17 - «Радіотехнічні та телевізійні системи», по якій вона подається до захисту.

Зауваження по роботі

1. Недостатня увага приділена при синтезі методів обробки сигналів таким факторам, як переміщення у просторі джерела завади, раптова зміна напрямку руху або її маневри, які можуть вплинути на результати оцінки швидкості вітру в атмосфері.

2. Порівняння ефективності роботи систем зондування з використанням запропонованих моделей та методів і систем, в яких використовуються відомі моделі та методи, проводилось на основі результатів математичного моделювання. Перевірка ефективності запропонованих моделей проводилася на напівнатурних експериментах.

3. Бажано вказати в запропонованій системі акустичного зондування атмосфери швидкість обробки сигналу з використанням запропонованих адаптивних методів визначення доплерівської частоти.

Зазначені зауваження не мають принципового значення і не впливають на високий науково-практичний рівень виконаної дисертаційної роботи.

Висновки

Дисертація Вороніна В.В. є закінченою науковою роботою, в якій вирішена актуальна наукова задача, отримано нові науково обгрунтовані результати в галузі дистанційного акустичного зондування атмосфери.

Вважаю, що дисертація Вороніна В.В. «Удосконалення методів захисту від перешкод систем акустичного зондування атмосфери» відповідає вимогам п. 9 та п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів» №567, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України. Автор роботи Воронін Віталій Валерійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 - «Радіотехнічні і телевізійні системи».

Офіційний опонент:

Провідний науковий співробітник ПНДЛ
радіотехнічних і навігаційних систем
Національного аерокосмічного університету
ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
МОН України,
доктор технічних наук, професор

 М.В. Руженцев

Підпис Руженцева М. В. засвідчую

Підпис засвідчую
Катерина
Спеціаліст відділу кадрів



