

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Сакович Анастасії Андріївни
на тему «Дискретно-адаптивні алгоритми обробки сигналів в умовах
комплексу завад»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 17 — Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
за спеціальністю 172 — Електронні комунікації та радіотехніка

Актуальність теми дисертації.

Стрімке розширення сфер застосування малорозмірних безпілотних літальних апаратів, наприклад, використання бортових інтелектуальних засобів радіоелектронної боротьби, призводить до появи нових класів загроз. Забезпечення якісних показників радіолокаційних систем (РЛС) пов'язано з підвищенням завадостійкості в умовах мінливої та апіорно невідомої різномірної завадової обстановки. При цьому ускладнюються оптимальні алгоритми функціонування адаптивних РЛС. Через високу технічну складність таких рішень, виникає необхідність використання простих підоптимальних алгоритмів виявлення цілей, що більш привабливі з технічної та економічної точки зору. Одним із шляхів вирішення протиріччя «ефективність – складність - витрати» є використання дискретно-адаптивного підходу до обробки сигналів, що реалізується у вигляді комплексу неадаптивних підсистем (режимів), які автоматично перемикаються в залежності від рішень аналізатора завадової обстановки. Тому **актуальною проблемою** є дослідження спрямовані, на підвищення ефективності виявлення цілей з використанням заснованих на принципі дискретної адаптації алгоритмів в умовах комплексу заважаючих впливів, що містить некорельовану, корельовану та імпульсну завади.

Реалізація результатів досліджень дозволить наростити спроможності Збройних Сил України для боротьби з повітряними, наземними та морськими цілями.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Обґрунтованість отриманих в роботі наукових положень забезпечується використанням сучасного, апробованого науково-методичного апарату, врахуванням обґрунтованої кількості чинників, що впливають на розв'язок наукового завдання, а також обґрунтованим вибором основних допущень і

обмежень при формулюванні часткових наукових завдань.

Достовірність отриманих в роботі наукових положень підтверджується результатами статистичних випробувань.

Оцінка працездатності запропонованих у дисертаційній роботі методів та математичного апарату здійснювалася шляхом моделювання із використанням пакету прикладних програм для числового аналізу. Результати математичного моделювання підтвердили працездатність запропонованих алгоритмів.

Дослідження в рамках даної роботи проводилися згідно з планами науково-дослідних робіт кафедри радіоелектронних і телекомунікаційних систем Навчально-наукового інституту інформаційної безпеки, радіоелектроніки та телекомунікацій Національного університету «Одеська політехніка» в рамках держбюджетної теми № 201-57 "Моделювання та оптимізація параметрів телекомунікаційних систем та мереж" (номер державної реєстрації- 0121U111053).

Наукова новизна отриманих результатів полягає у такому:

1. Вперше синтезовано оптимальний за критерієм усередненого по фазі сигналу (φ_c) відношення правдоподібності, а також оптимальний за критерієм максимуму усередненого по φ_c «показника якості виявлення» одноканальний виявник «дружно» флюктуючого пакету когерентних імпульсів в умовах адитивної суміші корельованої та некорельованої гаусових завад.

2. Вперше запропоновано для порівняння ефективності виявників з класу нелінійних структур використовувати показник поліпшення, який є відношенням величин сигнал/завада на виході нелінійної системи та на її вході, усереднений за всіма можливими радіальними швидкостями цілі, та проведено порівняльний аналіз потенціальної ефективності синтезованого алгоритму для різних спектрально-кореляційних параметрів адитивної суміші некорельованої та корельованої завад.

3. Удосконалено методику синтезу дискретно-адаптивних систем що мінімізує число режимів завадозахисту та оптимізує параметри дискретно-адаптивної системи обробки сигналів при додатковому обмеженні на величину втрат в ефективності порівняно з системами з безперервною перебудовою параметрів.

4. Розроблено метод виявлення несинхронної імпульсної завади що ефективно працює в умовах адитивної суміші некорельованої та потужної дискретної за відстанню корельованої завади при наявності обмежень на динамічний діапазон приймального тракту радіотехнічної системи.

Проведено параметричний синтез дискретно-адаптивної системи (ДАС), в якій скорочено число дискретних режимів, при цьому збережено безперервний характер адаптації до аргументу кореляційної функції завади. Синтезована дискретно-адаптивна система з урахуванням заданих обмежень на втрати в

ефективності обробки сигналів. Це дозволяє використовувати невелику кількість режимів завадозахисту, та забезпечити незначні втрати щодо системи з безперервною перебудовою параметрів.

В роботі показані перспективи подальшого дослідження дискретно-адаптивного виявлення сигналів у галузі радіолокації з використанням штучного інтелекту та нейронних мереж.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Сакович А.А. повністю відповідає напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми “Телекомунікації та радіотехніка”.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям з телекомунікацій та радіотехніки.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, зроблено висновок, що дисертаційна робота Сакович Анастасії Андріївни 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. Це дозволяє повною мірою ознайомитися з отриманими результатами та аргументацією автора. Кожен розділ є логічним продовженням попереднього, а загальна структура роботи сприяє глибокому розумінню досліджуваної проблематики та запропонованих рішень.

Матеріал викладено науковою мовою, яка є зрозумілою та точною, без надмірної термінології, що не має відповідного обґрунтування. Це свідчить про глибоке розуміння автором теми дослідження та вміння чітко формулювати наукові думки.

Всі розділи дисертації пов'язані між собою та доповнюють один одного, забезпечуючи цілісність дослідження. Це демонструє системний підхід до вирішення поставлених завдань, де кожен елемент роботи є важливою частиною загальної картини.

Текст містить усі необхідні структурні елементи, що викладені послідовно та коректно, а також є логічно пов'язані між собою. Стиль мовлення є науковим з

використанням галузевої термінології.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 176 сторінок.

У вступі розкрита актуальність теми дисертаційної роботи, що обґрунтовує необхідність вирішення задач зменшення обчислювальної та апаратної складності адаптивних алгоритмів и систем обробки сигналів в умовах складної, мінливої і апіорно невідомої завадової обстановки. Чітко сформульовані мета, об'єкт, предмет та задачі дисертаційного дослідження, що визначають його фокус та напрямки. Визначено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, що підтверджують внесок роботи у розвиток галузі. Також зазначено особистий внесок дисертантки, наведено перелік публікацій, які відображають основні результати, та короткий опис структури дисертації, що дає загальне уявлення про її зміст. У першому розділі проведено аналіз сучасного стану питання виявлення радіолокаційних сигналів на тлі адитивної суміші заважаючих впливів. За результатами аналізу обґрунтовано обмеження на структуру системи виявлення і на моделі сигналу і завад, які необхідні при розробці дискретно-адаптивних систем. Сформульовано мету та завдання досліджень. У другому та третьому розділі наведено результати, відповідно, структурного та параметричного синтезу дискретно-адаптивних систем обробки когерентних пакетів імпульсних сигналів в умовах комплексу завад. У четвертому розділі вирішенні питання синтезу і аналізу ефективності оптимальних і квазіоптимальних алгоритмів розпізнавання класів завад для керування режимами ДАС. У п'ятому розділі з використанням методу статистичного моделювання проведено порівняльне дослідження ефективності ДАС у динамічному режимі. Запропоновано методику векторної оптимізації дискретно-адаптивних систем в умовах апіорної невизначеності спектрально-кореляційних характеристик завад з використанням критерія «ефективність-витрати». З її допомогою проведено вибір варіанту побудови системи виявлення корисного сигналу на тлі адитивної суміші шуму і унімодальної корельованої завади.

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 результати дисертації висвітлено у наукових публікаціях, зокрема у чотирьох статтях які опубліковано у виданнях, включених до Переліку фахових видань України категорії «Б» та індексуються у міжнародних наукометричних базах даних (зокрема, Index Copernicus International, Ulrich's Periodicals Directory,

Electronic Journals Library, Google Scholar), що відповідає вимогам МОН України до здобуття ступеня доктора філософії.

Результати дослідження апробовано у 9-ми тезах на Міжнародних наукових конференціях.

Рівень наукових публікацій здобувача характеризується високою якістю: результати досліджень викладені в статтях із детальним обґрунтуванням та описом наукових досліджень з відповідними посиланнями та зазначенням особистого внеску, що свідчить про повне дотримання принципів академічної доброчесності.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Порівняння ефективності за критерієм «ефективність - витрати» дискретно-адаптивних систем, перемикання блоків яких проводиться на підставі вибраних меж параметрів завад. Доцільно було провести порівняння їх ефективності з дискретними адаптивними системами на основі нечіткої логіки.

2. Наведені уявлення вирішальної статистики, системи, алгоритму мають однакову форму представлення у вигляді формули або рисунка. Наприклад, на с.60 кожен з алгоритмів (2.25), (2.38), (2.40) представлений у вигляді окремої формули, а не у вигляді покрокових інструкцій, як належить представляти алгоритми.

3. З тексту роботи не зрозуміло які критерії при розробці алгоритму розпізнавання класів завад покладено в обґрунтування вибору в якості інформативних ознак потужність, модуль першого та другого міжперіодних коефіцієнтів кореляції завади.

4. При дослідженні ефективності розпізнавання класів завад використовується термін класифікатор завад, що не відповідає процесу розпізнавання. Класифікація завад повинна бути зроблена до початку роботи системи розпізнавання класів завад.

5. Хоча робота в цілому написана правильною мовою, зустрічаються окремі випадки, де зв'язність певних речень могла б бути покращена для більш плавного та чіткого донесення думки. Є неточності викладу. Наприклад, на с.74 наведене посилання рисунок 3.1 на блок-схему програми, що реалізує процедуру параметричного синтезу ДАС, але вона відсутня на рисунку 3.1 (с.75).

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 здобувачки ступеня доктора філософії Сакович Анастасії Андріївни на тему «Дискретно-адаптивні алгоритми обробки сигналів в умовах комплексу завад» 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, автоматизація та електронні комунікації». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп.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.

Здобувачка Сакович Анастасія Андріївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка».

Офіційний опонент:

провідний науковий співробітник

Наукового центру Військової академії (м. Одеса)

доктор технічних наук, доцент,

працівник ЗС України

Володимир ОРЛОВ