

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
І ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КУДІНОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ

УДК 621.391

**ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ПРОСТОРОВИХ
ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ХВИЛІ ДЛЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ
СИСТЕМ**

172 “Телекомунікації та радіотехніка”

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня “магістр”

Тернопіль 2018

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри радіотехнічних систем
Умзар Юрій Августович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри біотехнічних систем
Дедів Леонід Євгенович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 20 лютого 2018 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №26 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9 “Сатурн”, ауд. 612

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Предметом даної дипломної роботи є алгоритми цифрової обробки сигналу в РЛС для виявлення високодинамічних об'єктів.

Спеціалізована цифрова обробка сигналів (ЦОС) – потужний засіб підвищення ефективності функціонування сучасних РЛС. До числа основних переваг ЦОС можна віднести отримання стабільних характеристик РЛС в широкому діапазоні умов експлуатації; можливість реалізації складних, в тому числі адаптивних, алгоритмів обробки без шкоди для точності і інших показників ефективності; зниження енергоспоживання, маси і габаритів апаратури; простоту налаштування і регулювання апаратури; підвищення її надійності та технологічності; можливість модернізації апаратури за рахунок модифікації програмного забезпечення (ПО). В кінцевому підсумку гідності ЦОС дозволяють знизити витрати на всіх стадіях розробки, виробництва і експлуатації радіоапаратури.

Перехід до програмованих цифрових пристроїв принципово змінив підхід при розробці і проектуванні спеціалізованої апаратури ЦОС. По-перше, істотно зросла роль алгоритмів обробки, які тепер практично повністю визначають ефективність пристроїв ЦОС. Це, зокрема, дозволяє розрахувати характеристики проектного устрою до проектування з використанням імітаційного моделювання на універсальних ЦВМ. По-друге, на передній план виступає ПО процесорів, яке має велику питому вагу витрат у процесі проектування. По-третє, архітектура апаратної частини близька до архітектури універсальної ЦВМ, і за рахунок раціонального розподілу обчислювальних ресурсів і обсягу пам'яті її можна оптимізувати, що не виключає можливості в готовій апаратурі змінювати робочі програми. Всі ці властивості дозволяють отримати гнучку апаратуру, яка в процесі експлуатації може бути перебудована під рішення різних завдань.

Мета і задачі дослідження. Основною метою роботи є методи та алгоритми аналізу просторових параметрів електромагнітної хвилі для радіолокаційних систем.

Для досягнення вказаної мети, в роботі поставлено та розв'язано наступні задачі:

- проведено аналіз моделі об'єкту і моделі каналу поширення для моделі первинної цифрової обробки;
- проведено аналіз алгоритмів моделі первинної обробки сигналу;
- проведено аналіз алгоритмів блоку міжканальної обробки сигналу;
- проведено аналіз алгоритмів усунення аномальних вимірювань;
- проведено аналіз алгоритмів роботи згладжувального фільтру;
- проведено аналіз алгоритмів управління періодом проходження зондуючого сигналу;
- проведено аналіз алгоритмів управління вікном по дальності;
- розроблено методику оцінки ефективності алгоритмів первинної і міжканальної обробки сигналу;

– створено програмного забезпечення для реалізації поставленої задачі.

Об'єкт дослідження: алгоритми аналізу просторових параметрів електромагнітної хвилі для радіолокаційних систем.

Предмет дослідження: моделі, методи і засоби аналізу просторових параметрів електромагнітної хвилі для радіолокаційних систем..

Методи дослідження: Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу існуючих методів і засобів виявлення, розрізнення, оцінки параметрів та фільтрації сигналів; формалізації та математичного моделювання – при побудові моделей попередньої та міжканальної обробки сигналів; проектування та програмування – при проектуванні радіоелектронних систем виявлення, розрізнення, оцінки параметрів та фільтрації сигналів; експеримент та вимірювання – для апробації запропонованого алгоритму і засобу для виявлення, розрізнення, оцінки параметрів та фільтрації сигналів.

Наукова новизна отриманих результатів. У магістерській роботі отримані наступні нові наукові результати:

- створено модель об'єкту і модель каналу поширення для моделі первинної цифрової обробки;
- створено алгоритм моделі первинної обробки сигналу;
- створено алгоритм блоку міжканальної обробки сигналу;
- створено алгоритм усунення аномальних вимірювань;
- створено алгоритм роботи згладжувального фільтру;
- створено алгоритм управління періодом проходження зондуючого сигналу;
- створено алгоритм управління вікном по дальності;
- розроблено методику оцінки ефективності алгоритмів первинної і міжканальної обробки сигналу.

Практичне значення отриманих результатів. Впровадження методів та алгоритмів аналізу просторових параметрів електромагнітної хвилі для радіолокаційних систем. Основними є такі:

1. Збільшення швидкодії попередньої обробки сигналів.
2. Підвищення точності визначення просторових параметрів електромагнітної хвилі.
3. Зменшено вартість проектованої системи.

Публікації. Результати дослідження апробовано на двох науково-практичних конференціях Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя у вигляді тез конференцій.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається із вступу, 6 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 157 арк. формату А4, графічна частина – 8 аркушів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність обробки неортогональних складних сигналів. Це є проблемою у вирішенні завдання подальшого вдосконалення радіотехнічних пристроїв, систем та комплексів. Мета і задачі дослідження. Основною задачею роботи є:

- виявлення складних сигналів з попередньою кореляційною обробкою і з оцінкою дисперсії шуму в прийнятому повідомленні;
- роздільної здатності і оцінки параметрів складних сигналів на основі перетвореного функціоналу правдоподібності в області їх неортогональності;
- розробка методів адаптивної фільтрації складних сигналів на фоні неортогональних по відношенню до сигналу завади;
- розробка методів оптимізації за часом алгоритмів пошуку глобального мінімуму функціоналу правдоподібності при обробці складних сигналів..

У першому розділі дипломної роботи “Теоретичні основи оптимальної обробки сигналів” проведено аналіз сучасного стану в області теоретичних основ оптимальної обробки складних сигналів:

- виявлення складних сигналів з попередньою кореляційною обробкою і з оцінкою дисперсії шуму в прийнятому повідомленні;
- оцінка параметрів складних сигналів;
- розрізнення складних сигналів на основі перетвореного функціоналу правдоподібності в області їх неортогональності;
- адаптивна фільтрація складних сигналів на фоні неортогональних по відношенню до сигналу завад;
- алгоритмів пошуку глобального мінімуму функціоналу правдоподібності при обробці складних сигналів.

У другому розділі “Методика оцінки ефективності алгоритмів первинної і міжканальної обробки сигналу” проведено статистику оцінок параметрів складних сигналів, ЛЧМ-сигналів на основі перетвореного функціоналу правдоподібності. Проведено порівняння роздільної здатності сигналів, модульованих М-послідовністю на основі перетвореного функціоналу правдоподібності ЛЧМ – сигналу від відношення сигнал/шум в прийнятій реалізації та роздільної здатності ЛЧМ-сигналів на основі перетвореного функціоналу правдоподібності. Проведено модельне дослідження особливостей обробки сигналів з великою базою.

У третьому розділі “Створення програмного забезпечення” проведено експериментальне дослідження розроблених алгоритмів цифрової обробки складних сигналів. Розроблено алгоритм адаптивної фільтрації складних сигналів на фоні неортогональних по відношенню до сигналу завад при вертикальному зондуванні.

У четвертому розділі “Спеціальна частина” розглянуто питання використання середовища MATLAB для математичного моделювання.

У п'ятому розділі розглянуто питання економічної доцільності проведення науково-дослідної роботи.

У шостому розділі дипломної роботи “Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” проаналізовано вимоги з охорони праці і техніки безпеки при використанні.

Розглянуто вимоги інженерно-технічних заходів цивільного захисту до ліній і споруд зв'язку, радіомовлення та телебачення та захист населення у надзвичайних ситуаціях від впливу радіації.

У сьомому розділі дипломної роботи “Екологія” проведено аналіз сучасних програмних продуктів для опрацювання великих масивів екологічної інформації та робота з банками екологічної інформації.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано отримані в процесі виконання дипломної роботи магістра результати, що відображають сучасний стан досліджень в області обробки складних сигналів.

В додатках до пояснювальної записки приведено копію наукової публікації автора.

В графічній частині до дипломної роботи магістра наведено результати аналізу сучасних моделей та методологій розробки програмного забезпечення, формально та схематично представлено модифіковану модель життєвого циклу програмних систем та розроблений метод інтеграції процесів гарантування якості на етапах виконання проекту, архітектуру та вимоги програмного засобу підтримки запропонованих у роботі рішень у вигляді UML діаграм.

ВИСНОВКИ

Наукова новизна отриманих результатів. У магістерській роботі отримані наступні нові наукові результати:

- створено модель об'єкту і модель каналу поширення для моделі первинної цифрової обробки;
- створено алгоритм моделі первинної обробки сигналу;
- створено алгоритм блоку міжканальної обробки сигналу;
- створено алгоритм усунення аномальних вимірювань;
- створено алгоритм роботи згладжувального фільтру;
- створено алгоритм управління періодом проходження зондуючого сигналу;
- створено алгоритм управління вікном по дальності;
- розроблено методику оцінки ефективності алгоритмів первинної і міжканальної обробки сигналу.

Практичне значення отриманих результатів. Впровадження методів та алгоритмів аналізу просторових параметрів електромагнітної хвилі для радіолокаційних систем. Основними є такі:

1. Збільшення швидкодії попередньої обробки сигналів.
2. Підвищення точності визначення просторових параметрів електромагнітної хвилі.
3. Зменшено вартість проектованої системи.

АНОТАЦІЯ

Кудінов О.О. Обґрунтування методів аналізу просторових параметрів електромагнітної хвилі для радіолокаційних систем.

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра 172 – “Телекомунікації та радіотехніка”. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2018.

У дипломній роботі магістра проведено дослідження та аналіз алгоритмів первинної та міжканальної обробки сигналів та розробка алгоритму аналізу просторових параметрів електромагнітної хвилі для радіолокаційних систем.

Предметом даної дипломної роботи є методи та алгоритми аналізу просторових параметрів електромагнітної хвилі для радіолокаційних систем.

Ключові слова: АЛГОРИТМ, АДАПТИВНА ФІЛЬТРАЦІЯ, ОЦІНЮВАННЯ, ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР’Є, ПРОГРАМНА СИСТЕМА, РАДІОЛОКАЦІЙНА СИСТЕМА, РАДІОЛОКАЦІЙНИЙ СИГНАЛ, СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНЕ ВІДХИЛЕННЯ

ANNOTATION

Kudinov O. O. Justification of the methods of analysis of spatial parameters of electromagnetic waves for radar systems

The diploma paper for obtaining the Master's degree 172 – Telecommunications and radio engineering – Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil 2018.

In the dissertation work of the master the research and analysis of algorithms of primary and inter-channel signal processing was conducted and the algorithm of analysis of spatial parameters of electromagnetic wave for radar systems was conducted.

The subject of this thesis is the methods and algorithms for analyzing the spatial parameters of the electromagnetic wave for radar systems.

Keywords: ALGORITHM, ADAPTIVE FILTERING, EVALUATION, FOURIER TRANSFORM, MEAN SQUARE DEVIATION, SOFTWARE SYSTEMS, RADARS SIGNAL, RADAR SYSTEM