

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКДАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІЖЕНЕРІЇ

КУЛАЙ ВІТАЛІЙ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 621.391

**МЕТОД ОБРОБКИ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ З ВЕЛИКОЮ
БАЗОЮ**

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:

доктор технічних наук, професор, завідувач
кафедри приладів та контрольних-вимірювальних систем

Паламар Іван Михайлович,
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні
екзаменаційної комісії №25 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. Радіолокаційні системи (РЛС), що працюють із застосуванням вузькосмугових сигналів, практично вичерпали свої інформаційні можливості. Одним з можливих шляхів збільшення інформаційного показника системи може бути збільшення часу передачі. Однак в радіолокаційних системах час спостереження за об'єктом завжди обмежений [9]. Період огляду повинен бути якомога меншим. Особливо це істотно при послідовному огляді, коли опромінення елемента зони огляду повторюється лише через задані інтервали. Важливо, щоб за період огляду об'єкт не встиг значно змінити свої координати [4]. Тому власне використання сигналів з великою базою є тим, що замінить використання вузькосмугових сигналів з рядом переваг:

- висока завадозахищеність систем;
- ефективна боротьба з спотвореннями в каналі;
- одночасна робота багатьох систем в загальній смузі частот за рахунок кодового розділення каналів;
- сумісність передачі інформації одночасно з вимірюванням параметрів руху об'єктів;
- більш ефективне використання спектру частот на обмеженій території;
- збільшується роздільна здатність і точність вимірювання відстаней до цілей;
- можливо вести спостереження в умовах сильних завад, виявляти цілі з малою ЕПР на невеликій висоті або на поверхні суші або моря [9,10,14, 18];
- зондуючий сигнал, який приймається несе інформацію не тільки про об'єкт в цілому, але і про кожний з його елементів окремо;
- також інше трактування отримує ЕПР об'єкту. Ефективна площа розсіювання при спостереженні за допомогою НШС сигналів стає залежною від часу і ця залежність змінюється при зміні ракурсу [9, 10, 14, 18].

Мета і задачі дослідження. Основною метою роботи є:

- аналіз сигналів з великою базою;
- розробка методу обробки сигналів з великою базою;
- розробка схеми апаратної та програмної обробки сигналів з великою базою;
- вибір оптимального методу обробки сигналів з великою базою.

Об'єкт дослідження: процес обробки надширокосмугового радіолокаційного сигналу.

Предмет дослідження: моделі, методи і засоби обробки надширокосмугового радіолокаційного сигналу.

Методи дослідження: Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу сигналів з великою базою; формалізації та математичного моделювання – при побудові моделей обробки сигналів з великою базою; 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 вперше отримані наступні нові наукові результати:

- розроблено метод вторинної обробки надширококуткового сигналу шляхом комплексного гетерединування для надкороткоімпульсного (НКІ) радіолокатора;
- створено алгоритм моделі первинної обробки сигналу;
- розроблена апаратна схема приймального блоку радіолокатора;
- запропоновано метод вторинної обробки НШП сигналу шляхом комплексного гетерединування;
- реалізації схеми методу вторинної обробки НШС сигналу шляхом комплексного гетерединування розроблено програмний блок;
- запропоновано мінімаксий метод синтезу;
- використано алгоритм Ремеза для пошуку максимальної зваженої помилки;
- розроблено методику оцінки ефективності алгоритмів обробки сигналу з великою базою.

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

1 Використання в приймачі квадратурної дискретизації дозволяє знизити необхідну ширококутність АЦП.

2 Запропонований метод вторинної обробки дозволяє компенсувати накладення спектральних складових і відновити вихідний спектр прийнятого сигналу.

3 Зменшено вартість проектованої системи.

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

Структура роботи. Окремі результати роботи доповідались VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Тернопіль, ТНТУ, 28 – 29 листопада 2018 р.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність обробки складних сигналів з великою базою. Це є проблемою у вирішенні завдання подальшого вдосконалення радіотехнічних пристроїв, систем та комплексів.

Мета і задачі дослідження. Основною задачею роботи є:

- аналіз сигналів з великою базою;
- розробка методу обробки сигналів з великою базою;

- розробка схеми апаратної та програмної обробки сигналів з великою базою;
- вибір оптимального методу обробки сигналів з великою базою.

У першому розділі дипломної роботи “Аналіз сигналів з великою базою в радіолокації” проведено аналіз сигналів, які використовуються радіолокації.

- показано переваги надширокосмугових сигналів над вузькосмуговими.
- проведено детальний аналіз сигналів з великою базою;
- показано переваги та недоліки надширокосмугових сигналів.

У другому розділі “Розробка методу вторинної обробки сигналу з великою базою” виділено два основні методи прийому: стробоскопічний метод і метод прямого перетворення. Проведено порівняння цих методів, показано переваги та недоліки цих методів. Розроблено схему приймального пристрою, яка логічно розбита на дві частини: апаратну і програмну. В апаратному блоці реалізується схема приймача інфрадинного типу, потім відбувається квадратурна дискретизація. Доведено недоцільність отримання амплітудної огинаючої сигналу вузькосмуговим методом вторинної обробки. Розроблено метод вторинної обробки надширокосмугового сигналу шляхом комплексного гетередування. Розроблено структурну схему, пристрою що реалізує метод вторинної обробки. Розроблено спеціальний програмний комплекс цифрової обробки інформації, що приймається при роботі надширокосмугової РЛС. Вперше використано субоптимальний метод синтезу з використанням віконних функцій. Мінімаксий алгоритм синтезу на відміну від субоптимальних, за допомогою численних ітераційних методів шукають оптимальний розв’язок.

У третьому розділі “Практична реалізація методу вторинної обробки надширокосмугового сигналу шляхом комплексного гетередування” проведено моделювання в програмному комплексі з використанням реального радіолокаційного сигналу. Показано, що розроблений метод дозволяє зберегти форму вихідного прийнятого сигналу, що є важливим при радіолокаційному спостереженні з використанням надширокосмугових сигналів.

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 дозволяють широко

використовувати НШС сигнали в радіолокації. Вперше розроблено апаратний та програмний блоки для обробки НШС сигналів.

В додатках до пояснювальної записки приведено копію наукової публікації автора.

ВИСНОВКИ

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

- розроблено метод вторинної обробки надширокосмугового сигналу шляхом комплексного гетерединування для надкороткоімпульсного (НКІ) радіолокатора;
- створено алгоритм моделі первинної обробки сигналу;
- розроблена апаратна схема приймального блоку радіолокатора;
- запропоновано метод вторинної обробки НШП сигналу шляхом комплексного гетерединування;
- реалізовано схему методу вторинної обробки НШС сигналу шляхом комплексного гетерединування розроблено програмний блок;
- запропоновано мінімаксний метод синтезу;
- використано алгоритм Ремеза для пошуку максимальної зваженої помилки;
- розроблено методику оцінки ефективності алгоритмів обробки сигналу з великою базою.

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

- 1 Використання в приймачі квадратурної дискретизації дозволяє знизити необхідну широкосмуговість АЦП.
- 2 Запропонований метод вторинної обробки дозволяє компенсувати накладення спектральних складових і відновити вихідний спектр прийнятого сигналу.
- 3 Зменшено вартість проекрованої системи.

АНОТАЦІЯ

Кулай В.С. Метод обробки радіолокаційних сигналів з великою базою.

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 аналіз та порівняння сигналів, які використовуються в надширокосмуговій радіолокації. Розроблено структурну схему, пристрою що реалізує метод вторинної обробки. Розроблено спеціальний програмний комплекс цифрової обробки інформації, що приймається при роботі надширокосмугової РЛС. Вперше використано субоптимальний метод синтезу з використанням віконних функцій. Вперше запропоновано мінімакський алгоритм синтезу який, за допомогою численних ітераційних методів шукає оптимальний розв’язок.

Предметом даної дипломної роботи є метод, алгоритм та структурна схема обробки надширокосмугового радіолокаційного сигналу.

Ключові слова: АЛГОРИТМ, АДАПТИВНА ФІЛЬТРАЦІЯ, МІНМАКСНИЙ, НАДШИРОКОСМУГОВИЙ СИГНАЛ, ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР’Є, ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС, РАДІОЛОКАЦІЙНИЙ СИГНАЛ

ANNOTATION

Kulay V. The method of processing radar signals with a large base

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

The master's thesis deals with the analysis and comparison of the signals used in ultra wideband radar. The structural scheme, the device implementing the method of secondary processing is developed. A special software complex for digital processing of information, adopted in the work of ultra wideband radar, is developed. The suboptimal method of synthesis using window functions was used for the first time. For the first time, a minimax synthesis algorithm is proposed which, with the help of numerous iterative methods, searches for the optimal solution.

The subject of this thesis is the method, algorithm and structural scheme of the processing of ultra-wideband radar signal.

Keywords: ALGORITHM, ADAPTIVE FILTERING, MINIMAX, MULTIPLE SUSTAINABLE SIGNAL, EVALUATION, FOURIER TRANSFORM, MEAN SQUARE DEVIATION, SOFTWARE COMPLEX, RADARS SIGNAL