

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

ЛУПІНІС РОМАН МИРОНОВИЧ

УДК 621.391

**МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КУТОВИХ
КООРДИНАТ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ**

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, декан ФПТ
Яськів Володимир Іванович,
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя,

Рецензент:

кандидат технічних наук, доцент кафедри
біотехнічних систем
Хвостівський Микола Орестович,
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 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. Достовірність і точність вимірювання кутових координат цілей є одними з найважливіших вимог, що пред'являються до радіолокаційних систем (РЛС) різного призначення. При цьому під достовірністю вимірювань кутових координат будемо розуміти ймовірність забезпечення вимірювання в межах робочої зони пеленгаційної характеристики. Підвищення точності і достовірності вимірювань дозволяє знизити розмір стробу, який формується навколо первинної позначки цілі.

Доцільність підвищення достовірності та точності вимірювання кутових координат визначається взаємозв'язком між показниками якості результатів первинних вимірювань і вторинної обробки. У режимі спостереження або супроводу вибір розміру стробає, за яким визначається належність позначки до тієї чи іншої траєкторії, визначає ймовірність зриву супроводу і ймовірність змішування цілей.

Актуальність підвищення точності вимірювання кутових координат обумовлена практично прямопропорційною [1] залежністю між значенням середньоквадратичної помилки (СКП) вимірювання кутових координат і розміром стробу вторинної обробки. Зменшення розмірів стробів при вторинній обробці призводить до скорочення часу захоплення повітряної цілі, що вельми актуально для РЛС.

Підвищення достовірності вимірювання кутових координат призводить до зменшення ймовірності помилкового захоплення цілі отже, до зменшення ймовірності змішування траєкторій близько розташованих цілей і зриву стеження.

Невід'ємною властивістю пеленгаційних характеристик, які обумовлені багатопелюстковістю діаграм спрямованості, є неоднозначність, яка веде до аномальних помилок вимірювання кутових координат. Таким чином, вимірювання кутових координат є оптимальними тільки в межах робочої зони кутів, і для збереження оптимальності цих вимірювань кутових координат необхідно визначити, чи знаходиться ціль в робочій зоні кутів або за її межами, тобто визначити, наскільки отримане вимірювання є достовірне.

Між даними різних прийомних каналів моноімпульсного – пеленгатора існує кореляція, тому що сумарна, азимутальна, кутомістна і квадрупольна діаграми спрямованості є лінійними комбінаціями парціальних діаграм, відповідні пеленгаційні характеристики є функціями як азимута, так і кута місця. Використання що не враховуються раніше взаємозв'язків між трьома сигналами кутових помилок дозволяє істотно підвищити потенційні можливості моноімпульсного пеленгатора, а саме підвищити достовірність і точність кутових вимірювань.

Мета і задачі дослідження. Дослідження методів визначення кутових координат та розробка математичної моделі і алгоритмів обробки радіолокаційної інформації: оцінки точності та роздільної здатності.

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

- проведено аналіз математичних методів і алгоритмів вимірювання кутових координат радіолокаційними системами;
- проведено аналіз використання класичних методів визначення точності і роздільної здатності;
- розробка методу кутового розрізнення сигналів, що забезпечує мінімізацію вихідної потужності антенної решітки при збереженні необхідного рівня діаграми спрямованості в заданому напрямку;
- проведено чисельне моделювання енергетичних характеристик антени;
- проведено математичне моделювання запропонованого методу кутового розрізнення сигналів.

Об'єкт дослідження. сигнали оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.

Предмет дослідження. Моделі, методи і засоби оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах; формалізація математичних етапів оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах: виявлення сигналів оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.

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

- розроблено метод оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.
- розроблено алгоритм роботи запропонованого методу оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.

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

Практичне значення отриманих результатів. Впровадження математичних методів та алгоритмів для задачі виявлення радіолокаційної інформації. Основними є такі:

1. Запропонований математичний метод дозволить підвищити точність та роздільну здатність по кутових координатах на фоні завад.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки. Розрахунково-пояснювальна записка складається із вступу, 7 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 100 арк. формату А4.

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. Дослідження методів визначення кутових координат та розробка математичної

моделі і алгоритмів обробки радіолокаційної інформації: оцінки точності та роздільної здатності.

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

- проведено аналіз математичних методів і алгоритмів вимірювання кутових координат радіолокаційними системами;
- проведено аналіз використання класичних методів визначення точності і роздільної здатності;
- розробка методу кутового розрізнення сигналів, що забезпечує мінімізацію вихідної потужності антенної решітки при збереженні необхідного рівня діаграми спрямованості в заданому напрямку;
- проведено чисельне моделювання енергетичних характеристик антени;
- проведено математичне моделювання запропонованого методу кутового розрізнення сигналів.

У першому розділі дипломної роботи “Аналіз методів та пристроїв вимірювання кутових координат” проведено аналіз методів оцінки точності та роздільної здатності визначення кутових координат та сформульовано завдання оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.

У другому розділі “Точність і роздільна здатність радіолокаційних систем при просторово-часовій обробці”.

Розроблено метод оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах. Розроблено алгоритм роботи запропонованого методу оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.

Виконані чисельні дослідження дозволяють зробити висновок, що пропонувані метод забезпечує розрізнення по кутовому положенню джерел некорельованих сигналів незалежно від співвідношення їх потужностей при кутовій відстані, рівній ширині ДН за рівнем половинної потужності. У той же час традиційний алгоритм формування променя не дає можливості розрізнення джерел сигналів при співвідношенні їх потужностей більше десяти децибел.

Можливості кутового розрізнення джерел сигналів зберігаються при використанні запропонованого методу і при наявності їх часткової кореляції. При цьому кутове розрізнення двох джерел з кутовою відстанню, рівним ширині ДН за рівнем половинної потужності, буде спостерігатися і для степені кореляції сигналів до значень 0,8 ... 0,9.

У третьому розділі “Математичне моделювання отриманих результатів”.

В середовищі Matlab проведено математичне моделювання оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.

Встановлено, що теоретична база яка запропонована в даній роботі є ефективною, що і підтверджено математичним моделюванням.

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.

ВИСНОВКИ

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

- розроблено метод оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.
- розроблено алгоритм роботи запропонованого методу оцінки точності та роздільної здатності по кутових координатах.

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

Практичне значення отриманих результатів. Впровадження математичних методів та алгоритмів для задачі виявлення радіолокаційної інформації. Основними є такі:

2. Запропонований математичний метод дозволить підвищити точність та роздільну здатність по кутових координатах на фоні завад.

АНОТАЦІЯ

Лупиніс Р.М. Метод підвищення точності визначення кутових координат радіолокаційних станцій – Рукопис.

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 математичних методів і алгоритмів вимірювання кутових координат радіолокаційними системами та класичних методів визначення точності і роздільної здатності. Розроблено метод кутового розрізнення сигналів, що забезпечує мінімізацію вихідної потужності антенної решітки при збереженні необхідного рівня діаграми спрямованості в заданому напрямку. Проведено чисельне моделювання енергетичних характеристик антени. Проведено математичне моделювання запропонованого методу кутового розрізнення сигналів.

Ключові слова: азимут, алгоритм, амплітудне квантування, метод множників Лагранжа, оцінювання, перетворення Фур'є, радіолокаційна система, радіолокаційний сигнал, середньоквадратичне відхилення.

ANNOTATION

Lupynis R. Method of increasing the accuracy of determining the angular coordinates of radar stations – Manuscript.

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

In master's thesis the development and research of mathematical methods and algorithms for detecting radar information was conducted. The criteria for choosing the amplitude quantization thresholds are substantiated. The method of detecting a useful signal is developed. The maximum likelihood method for the estimated parameters is proposed. The method of constructing a graph of the analysis of a logical identifier is developed. It is proposed to use a matrix of transitive probabilities for the mathematical analysis of logical determinants. The theory of simple Markov chains (matrix of transitive probabilities) is used for the analysis of the identifier.

Keywords: azimuth, algorithm, amplitude quantization, Lagrange multiplier method, estimation, Fourier transform, radar system, radar signal, mean square deviation.