

**УДК 314.628**

**Р.М. Лупиніс, В.І. Яськів, А.С. Марценюк**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

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

**R.M. Lupynis, V.I. Yaskiv, A.S. Marcenjuk**

## **METHOD OF INCREASING THE ACCURACY OF DETERMINING THE ANGULAR COORDINATES OF RADAR STATIONS**

Підвищення оперативності пошуку літальних апаратів (ЛА) в просторі при одночасному забезпеченні необхідної точності визначення їх кутового положення є актуальним завданням в умовах застосування однопунктних технологій управління. Необхідність вирішення даного завдання обумовлена обмеженням часу перебування об'єкта в зоні видимості наземних засобів.

Відомо [1, 2], що найбільш точними методами, які використовуються в даний час є фазові методи вимірювання кутових координат ЛА. Однак точність цих методів залежить від багатьох факторів, наприклад, від точності геодезичної прив'язки антен фазометра, стабільність частоти передавача, помилки поширення радіохвиль, помилки вимірювання різниці фаз. Крім того, фазовий пеленгатор – складна система з великим числом антен і прийомних систем, що складають єдиний комплекс. В цілому, помилки вимірювання кутів, зумовлені дією шумів, пропорційні апертурі антени [1, 3], а найкраща точність вимірювання кутів забезпечується при оптимальній обробці сигналу. У практиці визначення кутових координат також використовуються амплітудні методи, що реалізуються, зокрема, в моноімпульсних сумарно-різницевих пеленгаторах. Для них характерні помилки, обумовлені слабкою пеленгаційною чутливістю і сильною залежністю від енергетичних характеристик сигналу. В процесі вимірювання кутових координат використовується рівно сигнальний метод. Необхідно враховувати, що в таких пеленгаторах для забезпечення високих точностей необхідно використовувати досить великі антени з діаметром дзеркала близько 20-30 метрів, що призводить до ускладнення конструкції антенної системи. Оперативність отримання вимірювальної інформації такими системами низька.

Перспективним напрямом вдосконалення радіотехнічних систем вимірювання параметрів руху є перехід до багатоканального принципу побудови, що дозволяє істотно розширити їх можливості при вимірах в складній сигнально-завадовій і динамічній обстановці. Тому видається цікавим застосування багатоканальних радіолокаційних станцій зі складними сигналами, що володіють специфічними просторово-часовими властивостями [4-7]. Однак необхідно відзначити, що в даних роботах розглядалися питання побудови систем вимірювання кутових координат повітряних об'єктів. Такий підхід вже зараз широко реалізується на основі використання фазованих антенних решіток (ФАР). У роботах [8-10] розглянуті варіанти побудови систем прискореного пошуку ЛА в просторі з одночасним отриманням інформації про його кутове положення. Результати досліджень, які наведені в роботах [8-10], носять несистематизований характер.

Метою роботи є розробка методу вимірювання кутових координат ЛА із застосуванням складних сигналів, а також обґрунтування можливості отримання вигравів в оперативності пошуку і точності вимірювання кутових координат ЛА за рахунок використання нового методу обробки сигналів зі складною структурою.

Для реалізації методу в секторі огляду за допомогою фазованих антенних решіток випромінюються синхронізовані за часом і різні за структурою і по частоті

фазо-маніпульовані широкосмугові шумоподібні сигнали (ФМн ШПС). Прийом відбитого сигналу здійснюється антеною, здатної приймати відбитий сигнал в досить широкому секторі огляду. Як сумарного періоду обрана тривалість сигналу, що дорівнює добутку кількості елементарних символів кожної з трьох модулюючих псевдовипадкових послідовностей (ПВП) і тривалості одного елементарного символу

$$T_{\Sigma} = \tau_0 \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \quad (1)$$

де  $T_{\Sigma}$  – сумарний період сигналу;

$\tau_0$  – довжина елементарного символу.

В якості  $N_1, N_2, N_3$  вибираються прості числа.

Ці числа відповідають кількості символів в ПВП, які сформовані, відповідно, 3-х, 4-х і 5-розрядними генераторами ПВП. Якщо збігається за часом початок формування цих послідовностей, то наступний їх початок (при однаковій тривалості елементарних символів) спів паде через  $N_1, N_2, N_3$  елементарних символів в кожному сигналі. Відзначимо, що виділення таких ПВП легко здійснювати за допомогою узгоджених фільтрів.

### **Література**

1. Оценивание дальности и скорости в радиолокационных системах / А.И. Канащенков, В.И. Меркулов, А.И. Перов и др.; под ред. А.И. Канащенкова и В.И. Меркулова. – М.: Радиотехника, 2004. – 312 с.
2. Радиолокационные системы многофункциональных самолетов: в 3 т. Т. 1: РЛС – информационная основа боевых действий многофункциональных самолетов. Системы и алгоритмы первичной обработки радиолокационных сигналов / А.И. Канащенков, В.И. Меркулов, А.А. Герасимов и др.; под ред. А.И. Канащенкова и В.И. Меркулова. – М.: Радиотехника, 2006. – 656 с.
3. Бакулев П.А. Обработка сигналов с постоянным уровнем ложных тревог / П.А. Бакулев, Ю.А. Басистов, В.Г. Тугуши // Изв. высш. учебн. заведений. Радиоэлектроника. Том 32.- 1989.-№4.
4. Жданюк Б.Ф. Основы статистической обработки траекторных измерений / Б.Ф. Жданюк. - М.: Сов. Радио, 1978. - 384 с.
5. Информационные технологии в радиотехнических системах: Учебное пособие / В.А. Васин, И.Б. Власов, Ю.М. Егоров и др.; Под ред. И.Б. Федорова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 672 с.
6. Калинушкин М.П. Вентиляторные установки / М.П. Калинушкин - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1979 г.
7. Комкин А.И. Расчет систем механической вентиляции / А.И. Комкин, В.С. Спиридонов - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 182 с.
8. Конторов Д.С. Введение в радиолокационную системотехнику / Д.С. Конторов, Ю.С. Голубев-Новожилов. — М.: Изд-во Сов. радио, 1971. - 366 с.
9. Кузьмин С.З. Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации / С.З. Кузьмин. – М.: Радио и связь, 1986. – 352 с.
10. Моделирование в радиолокации / А.И. Леонов, В.Н. Васенев, Ю.И. Гайдуков и др.; Под ред. А.И. Леонова. – М.: Сов. Радио. - 1979, 264 с.
11. Ричард Лайонс. Цифровая обработка сигналов / Ричард Лайонс. - 2-ое изд. Пер. с англ. – М.: ООО Бином-Пресс, 2006 г. – 656 с.