

УДК 621.396.6

М.В. Белаш, В.В. Романенко, А.С. Луценко

Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО СИГНАЛАМ СИСТЕМЫ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОПОЗНАВАНИЯ

В статье приводятся результаты исследования возможностей определения местоположения воздушных объектов из одного приемного пункта по сигналам системы радиолокационного опознавания.

Ключевые слова: определение местоположения, воздушный объект, система радиолокационного опознавания.

Постановка проблемы

Появление на вооружении современных самолетов, способных поражать объекты на больших дальностях, реализация технологий радиопрозрачности, широкое использование средств радиоэлектронного подавления воздушного и наземного базирования свидетельствуют о том как резко возрастают требования к системам контроля по раннему обнаружению СВН, их распознаванию и вскрытию замысла противника.

При этом все самолеты, а также подавляющее число радиолокационных постов различного назначения оснащены аппаратурой системы радиолокационного опознавания (РЛО). Представляет существенный интерес исследование возможностей обнаружения воздушных объектов пассивными средствами с использованием запросных и ответных сигналов системы опознавания.

Изложение основного материала исследований

Следует отметить, что обязательным условием функционирования системы РЛО является наличие запросчика, излучающего запросные сигналы автономно или синхронно с обзорным локатором и бортового ответчика, излучающего соответствующие запросным ответные сигналы немедленно или с задержкой относительно момента приема запросного сигнала. Таким образом, в запросно-ответных системах наземная станция и самолет связаны двухсторонней системой передачи данных с отдельными частотными диапазонами.

В качестве примера рассмотрим систему РЛО Мк-12, предназначенную для определения государственной принадлежности, высоты полетов самолетов и их индивидуального опознавания. Эта система характеризуется усложненной структурой ответной посылки. Основными достоинствами данной системы являются:

– существенное повышение помехоустойчивости ответного сигнала;

– возросшая оперативность обработки ответного сигнала;

– значительное расширение поля ответных сигналов в режиме ответа № 2

– резкое повышение дальности действия системы.

Вышеизложенное позволяет выделить следующие особенности системы РЛО как источника для обнаружения аэродинамических объектов:

– работа системы на двух фиксированных частотах;

– мощность импульсов БОТ значительно больше мощности отраженных от самолета импульсов зондирующей РЛС;

– кодирование запросных и ответных сигналов обеспечивает опознавание дискретных целей и автоматическую передачу данных о высоте (режим запроса о высоте полета);

– вынужденное применение всенаправленных антенн в БОТ гарантирует прием ответных сигналов наземными средствами пассивного обнаружения, находящимися в зоне энергетической допустимости, независимо от направления прихода запросных сигналов.

Использование перечисленных особенностей функционирования системы РЛО гарантирует определение местоположения воздушных целей, их индивидуальное опознавание, а также позволяет осуществить завязку и сопровождение траекторий их полетов методами пассивной локации из одного приемного пункта.

На рис. 1 показан метод определения координат воздушных целей из одного приемного пункта. Сущность этого метода состоит в следующем.

В точке В с известными координатами находится энергетически доступный наземный радиолокационный запросчик (НРЗ), в точке С, с также известными координатами, находится пункт приема запросных и ответных сигналов системы опознавания, а в точке А – аэродинамический объект, имеющий бортовой ответчик.

Обнаружив моменты излучения запросных сигналов в направлении воздушного объекта и моменты приема ответных сигналов в пункте при-

ема (точка С) определяем суммарное значение расстояния $AC + AB = 2a = \text{const}$ для конкретного рисунка.

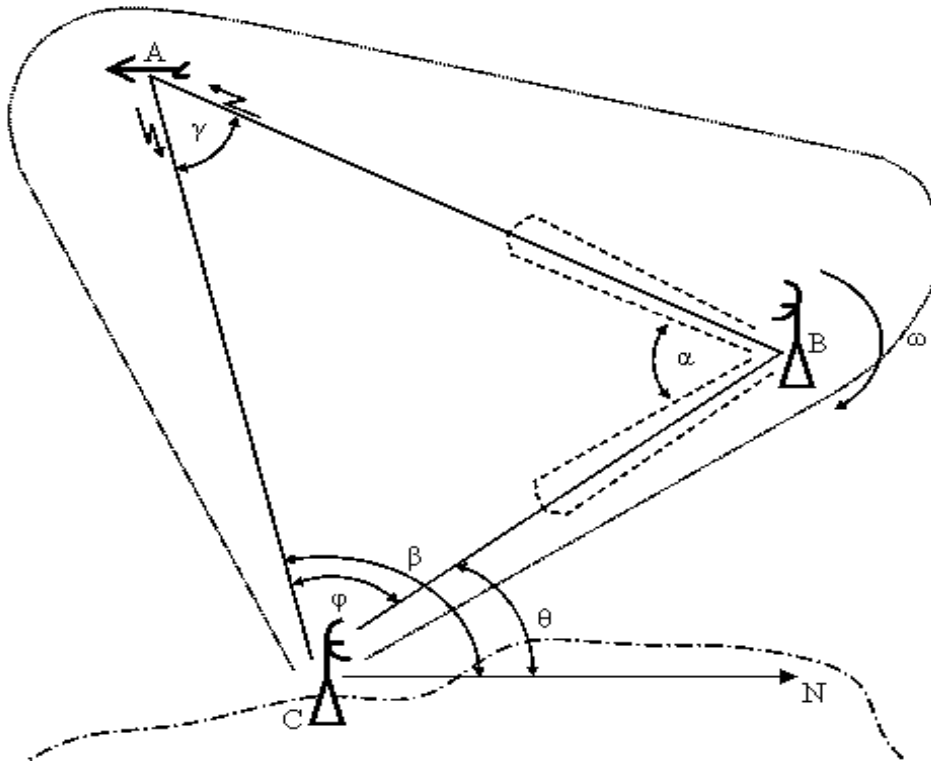


Рис. 1. Метод определения местоположения воздушных объектов

Расстояние СВ определяется по известным координатам точек С и В и представляет собой междуфокусное расстояние эллипса $CB = 2d$.

Таким образом можно утверждать, что точка А (местоположение воздушного объекта) для конкретного измерения принадлежит геометрическому месту точек эллипса с параметрами:

- 2d – междуфокусное расстояние;
- 2b – малая ось;
- $d = \sqrt{a^2 + b^2}$.

Решив систему уравнений эллипса и прямой АВ в единой системе координат

$$\begin{cases} \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1; \\ y - y_1 = k(x - x_1) \end{cases} \quad (1)$$

получим координаты общей их точки (точка А), а следовательно координаты воздушного объекта.

На рис. 2 в соответствии с полученными при практическом контакте с данной системой РЛЮ и последующей обработкой полученных измерений представлены следующие результаты:

– относительная погрешность $D_u(k)$ – (ломаная сплошная линия) измерения координат дальности

воздушной цели (начальная дальность $D_{01} = 410$ км) за 25 обзоров. При этом из рисунка видно, что дисперсия ошибок измерений составляет

$$\sigma_{D_u}^2 = 5,1 \text{ км}^2;$$

– относительные погрешности $D_F(k)$ – (ломаная штрихпунктирная линия) сглаживания координаты воздушной цели посредством алгоритма «скользящего» сглаживания с неоптимальными коэффициентами передачи для данного типа траекторий. Дисперсия ошибок при этом составляет

$$\sigma_{D_F}^2 = 6,6 \text{ км}^2;$$

– относительные погрешности $D_{Fopt}(k)$ – (ломанная штриховая линия) сглаженной координаты дальности воздушной цели посредством алгоритма «скользящего» сглаживания с оптимальными коэффициентами передачи. Дисперсия ошибок при этом составляет

$$\sigma_{D_{Fopt}}^2 = 1,3 \text{ км}^2.$$

Таким образом, видно, что фильтрация траекторий адаптивным фильтром позволяет повысить точность сопровождения более чем в 4 раза.

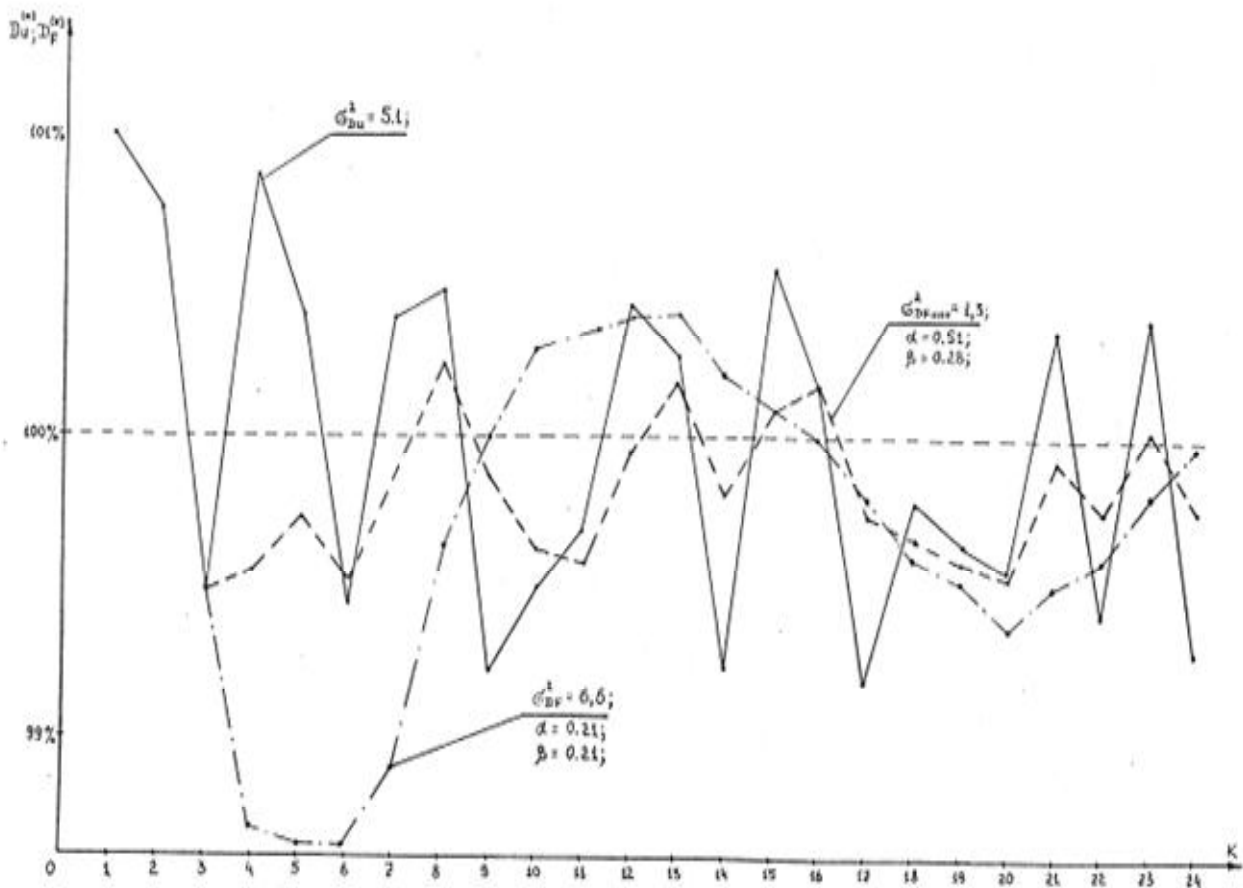


Рис. 2. Результати обробки траєкторних вимірювань

Выводы

Из вышеизложенного следует, что использование таких систем контроля позволит обнаруживать аэродинамические объекты на существенных (~ 500 км) дальностях пассивным методом с одной позицией, сопровождать с высокой точностью траектории их полетов и выдавать координатную информацию о воздушных объектах потребителям в масштабе времени, близкому к реальному.

Список литературы

1. Справочник по радиолокации / Под ред. М. Скольника; Пер. с англ. – М.: Сов. радио, 1976 – 256 с.
2. Кузьмин С.З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации / С.З. Кузьмин. – М.: Сов. радио, 1974 – 38 Зс.

Поступила в редколлегию 24.07.2013

Рецензент: д-р техн. наук проф. А.В. Кобзев, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА СИГНАЛАМИ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВПІЗНАВАННЯ

М.В. Білаш, В.В. Романенко, А.С. Луценко

У статті наводяться результати дослідження можливостей визначення місцеположення повітряних об'єктів з одного приймального пункту за сигналами системи радіолокаційного впізнання.

Ключові слова: визначення місцеположення, повітряний об'єкт, система радіолокаційного впізнання

LOCATING OF AIR OBJECTS BY RADAR IDENTIFICATION SIGNALS

M.V. Bilash, V.V. Romanenko, A.S. Lutsenko

The article presents the results of investigation the possibility of locating air objects from one receiving position by radar identification signals.

Keywords: locating, air object, radar identification signals.