

## МУЛЬТИРАДАРНАЯ (ТРЕТИЧНАЯ) ОБРАБОТКА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Целина С. В., с. н. с.; Кузин С. Е., с. н. с

Государственный научно-испытательный центр  
Вооруженных Сил Украины, г. Чернигов, Украина

В системах наблюдения за воздушным пространством третичной (мультирадарной) обработкой называют обобщение данных о воздушной обстановки, поступающей от нескольких первичных источников информации, как правило, разнесенных в пространстве. В существующих центрах управления воздушным движением основными источниками информации являются радиолокационные позиции, расположенные на значительном удалении друг от друга.

Основными этапами мультирадарной (третичной) обработки являются:

- сбор донесений о целях, поступающих от радиолокационных станций (РЛС);
- приведение отметок к единой системе координат;
- приведение к единому времени отсчета;
- установление принадлежности отметок к целям (отождествление);
- объединение информации о каждой из целей, содержащейся в отметках, поступающих от различных источников.

Наиболее простым методом мультирадарной обработки является так называемая мозаичная обработка. При мозаичной обработке зона наблюдения разбивается на отдельные области. Если на обработку поступает несколько отметок от различных РЛС, то обработке подвергается информация от той РЛС, которая назначена как приоритетная для данной области (рис. 1).

Более сложной является весовая обработка информации, когда координаты определяются с учетом характеристик РЛС.

Например, для координаты  $x$

$$\hat{x}_m = \frac{\frac{1}{\sigma_1^2} x_1 + \frac{1}{\sigma_2^2} x_2 + \dots + \frac{1}{\sigma_n^2} x_n}{\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{1}{\sigma_2^2} + \dots + \frac{1}{\sigma_n^2}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2} x_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2}},$$

где  $x_i$  — результат измерений координаты;  $\sigma_i$  — среднеквадратическая ошибка измерений  $i$ -го радиолокатора.

На первом этапе отождествления производится по парное сравнение координатных и скоростных составляющих. Если сообщение получено от одной и той же цели, то должно выполняться условие

$$|x_{ij} - x_{ik}| \leq \Delta x_d, \quad |\dot{x}_{ij} - \dot{x}_{ik}| \leq \Delta \dot{x}_d,$$

где  $\Delta x_d, \Delta \dot{x}_d$  — допустимые отклонения, определяемые ошибками оценки и экстраполяции;  $j, k$  — номер источника информация;  $i$  — номер цели.

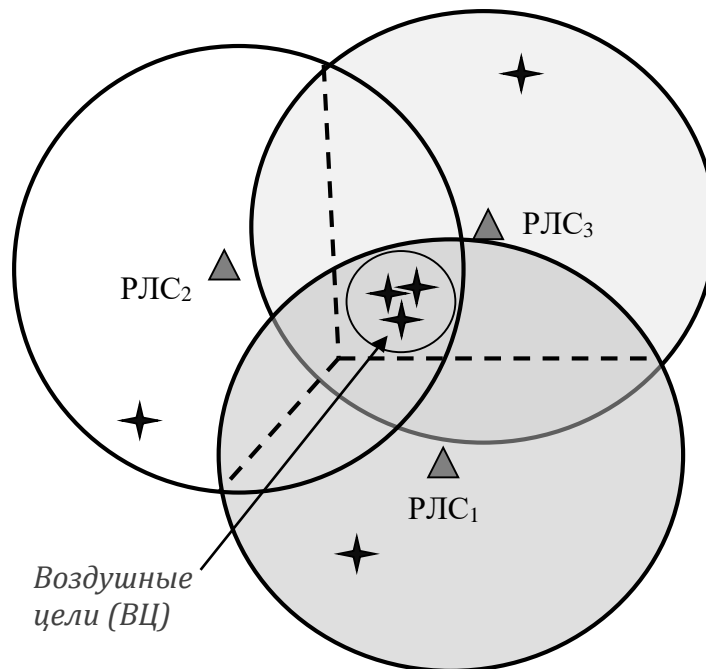


Рисунок 1.

При приведении данных к единой системе координат решается задача пересчета из частной радиолокационной системы координат  $\mu$  в единую систему координат  $\lambda$ . В общем виде эта задача решается следующим образом.

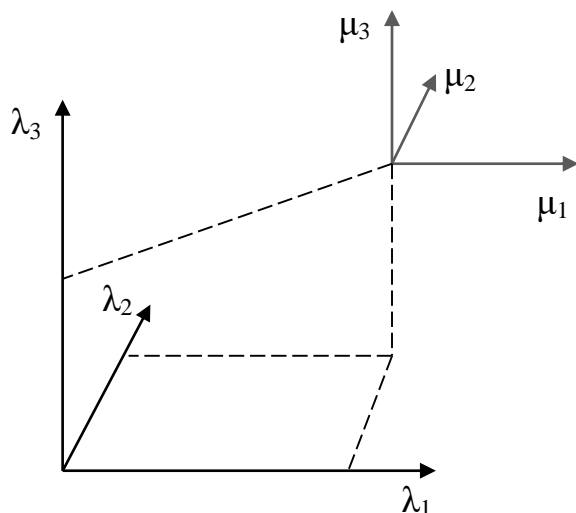


Рисунок 2.

Пусть  $\mu = [\mu_1 \ \mu_2 \ \mu_3]^T$  — вектор координат в частной системе координат, а  $\lambda = [\lambda_1 \ \lambda_2 \ \lambda_3]^T$  — вектор координат в единой системе (рис. 2). Пусть преобразование вектора  $\mu$  в вектор  $\lambda$  имеет вид:

$$\lambda = \varphi(\mu) = \begin{bmatrix} \varphi_1(\mu_1, \mu_2, \mu_3) \\ \varphi_2(\mu_1, \mu_2, \mu_3) \\ \varphi_3(\mu_1, \mu_2, \mu_3) \end{bmatrix}.$$

Если состояние цели характеризуется координатами и скоростями, то вектор состояний в частной системе координат равен

$$\vec{X}_\mu = [\mu_1 \ \mu_2 \ \mu_3 \ \dot{\mu}_1 \ \dot{\mu}_2 \ \dot{\mu}_3]^T,$$

а в единой системе —

$$\vec{X}_\lambda = [\lambda_1 \quad \lambda_2 \quad \lambda_3 \quad \dot{\lambda}_1 \quad \dot{\lambda}_2 \quad \dot{\lambda}_3]^T.$$

Связь между скоростями определится выражением

$$\dot{\lambda} = \frac{d}{dt} \varphi(\mu) = \frac{\partial \varphi(\mu)}{\partial \mu} \frac{d\mu}{dt}.$$

Таким образом, вектор состояний в единой системе координат выражается через вектор состояний частной системы следующим образом:

$$\vec{X}_\lambda = \begin{bmatrix} \lambda \\ \dot{\lambda} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varphi(\mu) \\ \frac{\partial \varphi(\mu)}{\partial \mu} \Big|_{\dot{\mu}} \end{bmatrix}.$$

Для приведения к единому времени принимается модель движения ВЦ в единой системе координат с постоянной скоростью, т.е.

$$\vec{X}_\lambda(i) = \Phi(i, i-1) \vec{X}_\lambda(i-1),$$

где переходная матрица равна

$$\Phi(i, i-1) = \left[ \begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & T & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & T & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & T \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right], \quad T = t_i - t_{i-1}.$$

Приведение вектора состояний к заданному моменту времени  $t_s > t_i$  выполняется согласно выражения  $\vec{X}_\lambda(s) = \Phi(s, i) \vec{X}_\lambda(i)$  для  $T = t_s - t_i$ .

#### Перечень ссылок

1. Белоцерковский Г. Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. — М.: Советское радио, — 1975. — 336 С.

#### Анотація

Дана інформація запропонована для вивчення методів і алгоритмів мультирадар-ної (третинної) обробки радіолокаційної інформації, що надходить від декількох РЛС.

**Ключові слова:** обробка РЛІ, обробка радіолокаційної інформації.

#### Аннотация

Даная информация предложена для изучения методов и алгоритмов мультирадарной (третичной) обработки радиолокационной информации, поступающей от нескольких РЛС.

**Ключевые слова:** обработка РЛІ, обработка радиолокационной информации.

#### Abstract

This information was proposed for studying methods and algorithms for multi-radar (tertiary) processing of radar information coming from several radars.

**Keywords:** radar information processing, radar information processing.