

УДК 621.396

С.В. Герасимов<sup>1</sup>, Д.М. Ізосімов<sup>2</sup>, Є.С. Рошупкін<sup>1</sup>, О.М. Богдановський<sup>3</sup><sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків<sup>2</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця<sup>3</sup>Центр контролю космічного простору НКА України, Євпаторія

## ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ РУХУ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ОБ'ЄДНАННІ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕЗАЛЕЖНИХ ПЕРВИННИХ ВИМІРЮВАНЬ В АКТИВНІЙ БАГАТОПОЗИЦІЙНІЙ СИСТЕМІ РАДІОЛОКАЦІЇ

*Запропонований алгоритм визначення параметрів руху повітряного об'єкту в єдиній прямокутній системі координат при обробці радіолокаційної інформації, що отримується системою з несинхронним оглядом простору від декількох нерівноточних джерел з різним темпом оновлення інформації.*

**Ключові слова:** радіолокаційна інформація, повітряний об'єкт, вимірювання.

### Вступ

Ідея інтеграції систем радіолокації різних відомств витікає з прийнятих Кабінетом Міністрів України Розпорядження і Постанови про "Державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухливими об'єктами (зв'язок, навігація спостереження)" [1, 2]. Використання інформації єдиного поля радіолокації дозволить забезпечити:

- однозначне розуміння повітряної обстановки в центрах управління повітряного руху і на пунктах управління видів Збройних Сил;
- виключити територіальне дублювання відомчих інформаційних систем;
- забезпечити спільне використання радіоелектронних засобів;
- скоротити типаж і уніфікувати засоби радіолокації, комплекси засобів автоматизації і зв'язку.

У літературі, присвяченій сумісній обробці радіолокаційної інформації (РЛІ) від декількох активних радіолокаційних станцій (РЛС) [3 – 8], питання визначення параметрів руху повітряного об'єкту (ПО) в єдиній прямокутній системі координат (ЄПСК) при обробці сигналів, що отримуються некогерентною системою з несинхронним оглядом простору від декількох нерівноточних джерел з різним темпом оновлення інформації, освітлені недостатньо повно. У роботах [3 – 6] вивчалися питання обробки РЛІ від декількох нерівноточних РЛС на загальному приймальному пункті, проте несинхронне її надходження, оцінка параметрів руху ПО і помилки їх вимірювання в ЄПСК розглянуті не були. У роботі [7] вивчалися питання оцінки параметрів руху ПО і помилки їх вимірювання по РЛІ однієї РЛС. У роботі [8] вивчалися питання оцінки координат ПО і помилки їх вимірювання в ЄПСК при об'єднанні результатів незалежних первинних вимірювань в активній багатопозиційній системі при синхронному огляді простору, при цьому оцінка параметрів руху ПО і помилки їх вимірювання в ЄПСК не розглядалися.

Більшість з існуючих систем обробки РЛІ від декількох активних джерел представляють собою просторово-некогерентну багатопозиційну систему з автономним прийомом сигналів і об'єднанням інформації переважно на рівні одиничних вимірювань. Для оцінки параметрів руху ПО, як правило, використовується інформація про результати вимірювання первинних сферичних координати ПО щодо "пріоритетного джерела" (вибраного виходячи з взаємного розташування цілі та пунктів системи, тактико-технічних характеристик РЛС і інших міркувань). Інформація, що отримується останніми РЛС системи, є допоміжною і практично не використовується у формуванні оцінки параметрів руху ПО в ЄПСК, що дозволяє відмовитися від часової синхронізації позицій, істотно спрощує алгоритми обробки і вимоги до обчислювальних засобів, проте веде до вагомій втраті точності вимірювань. За відсутності РЛС з достатньою точністю вимірювання трьох первинних координат в системі зазвичай використовуються результати тільки високоточних вимірювань відповідних координат ПО двох РЛС (наприклад, азимут і дальність від однієї станції, кут місця від іншої), як правило, рознесені між собою на невелику відстань.

**Метою даної роботи** є синтез алгоритму визначення параметрів руху ПО в ЄПСК при обробці РЛІ, що отримана системою з несинхронним оглядом простору від декількох нерівноточних джерел з різним темпом оновлення інформації.

### 1. Початкові наближення

Нехай є система з  $N$  різнотипових нерівноточних обзорних РЛС з різним темпом огляду простору, рознесених в просторі на відстань, що істотно перевищує радіус просторової кореляції сигналів, що приймаються. За інтервал часу зав'язки траєкторії  $T_{\text{заб}}$  кожної РЛС отримано  $(M_i + 1)$  відміток – в моменти часу  $t_{ij}$   $i$ -ї РЛС ( $i = 1 \dots N$ ) проводиться оцінка сферичних координат ПО

$\widehat{\mathbf{S}}_{ij} = \{\widehat{R}_{ij} \ \widehat{\varepsilon}_{ij} \ \widehat{\beta}_{ij}\}$  – похилої дальності, кута місця і азимута ( $j = 0 \dots M_i$ ). Інформація про відмітки, оцінки сферичних координат і статистичні характеристики помилок їх вимірювання поступає на централізований пункт обробки РЛІ в єдиній сітці часу (тобто відомий момент вимірювання координат ПО кожної РЛС, час затримки інформації відомий або їм можна нехтувати). Про оцінки відомо, що

$$\widehat{\mathbf{S}}_{ij} = \mathbf{S}_{ij}^* + \Delta \mathbf{S}_{ij}, \quad i \in 1 \dots N, \quad j = 0 \dots M_i, \quad (1)$$

де  $\mathbf{S}_{ij}^*$  – вектор істинних значення сферичних координат;  $\Delta \mathbf{S}_{ij}$  – вектор нормальних помилок, обумовлених шумами, з наступними статистичними характеристиками:

$$M[\Delta \mathbf{S}_{ijp}] = 0, \quad M[\Delta \mathbf{S}_{ijp} \Delta \mathbf{S}_{nmr}] = \sigma^2 \delta_{Si,j,p} \delta_{i,n} \delta_{j,m} \delta_{p,r} \quad (2)$$

де  $\delta_{a,b} = \begin{cases} 1, & a = b \\ 0, & a \neq b \end{cases}$  – символ Кронекера,  $p = 1 \dots 3$ .

Покладемо, що кривизна земної поверхні і рефракція радіохвиль враховані. Тоді в ЄПСК  $\overline{\mathbf{K}} = \{\overline{x} \ \overline{y} \ \overline{z}\}$  оцінки прямокутних координат ПО, пов'язані з оцінками сферичних координат відносно і-ї РЛС системи функціонально залежністю  $\widehat{\mathbf{K}}_{ijp} = \widehat{\mathbf{K}}_{ijp} + \overline{\mathbf{K}}_{0ip} = \varphi(\widehat{\mathbf{S}}_{ij}) + \overline{\mathbf{K}}_{0ip}$ , мають вигляд (рис. 1):

$$\begin{cases} \widehat{x}_{ij} = \widehat{x}_{ij} + \overline{x}_{0i} = \widehat{R}_{ij} \cdot \cos \widehat{\varepsilon}_{ij} \cdot \cos \widehat{\beta}_{ij} + \overline{x}_{0i} \\ \widehat{y}_{ij} = \widehat{y}_{ij} + \overline{y}_{0i} = \widehat{R}_{ij} \cdot \sin \widehat{\varepsilon}_{ij} + \overline{y}_{0i} \\ \widehat{z}_{ij} = \widehat{z}_{ij} + \overline{z}_{0i} = \widehat{R}_{ij} \cdot \cos \widehat{\varepsilon}_{ij} \cdot \sin \widehat{\beta}_{ij} + \overline{z}_{0i} \end{cases}, \quad (3)$$

де  $\widehat{\mathbf{K}}_{ijp}$  – оцінки відповідних прямокутних координат ПО відносно і-ї РЛС в момент часу  $t_{ij}$ ,  $\overline{\mathbf{K}}_{0i}$  – вектор відомих координат і-ї РЛС систем в ЄПСК,  $p = 1 \dots 3$ .

Як приклад на рис. 2 схематично представлений один з варіантів надходження в часі на централізований пункт обробки інформації відміток від трьох джерел про один ПО. Для і-ї РЛС часові інтервали  $\Delta t_{ij}$  – затримки надходження  $j$  відмітки РЛІ щодо початкового моменту надходження інформації о ПО ( $j=0$ ) або попереднього моменту отримання інформації о ПО тієї ж РЛС ( $j \neq 0$ ).

Необхідно отримати алгоритм визначення параметрів руху ПО в ЄПСК при обробці РЛІ, що отримує система з несинхронним оглядом простору від декількох нерівноточних джерел з різним темпом оновлення інформації.

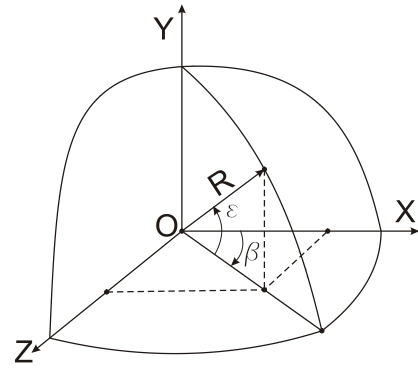


Рис. 1. Зв'язок координат цілі

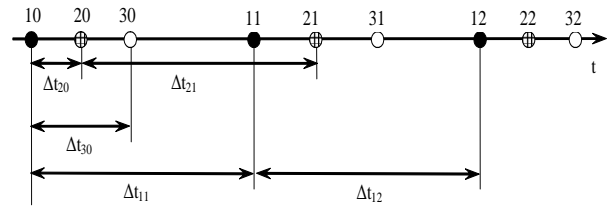


Рис. 2. Надходження в часі інформації про ПО (перша, друга, третя РЛС – послідовно)

## 2. Оцінка параметрів руху повітряного об'єкта

На ПО в процесі польоту діють випадкові чинники, що впливають на параметри його траєкторії. Можна показати, що при вимірюванні координат ПО, що маневрує, оглядовими РЛС апроксимація траєкторії його руху поліномом вище за ступінь  $w_{\max} = 2$  є недоцільною [7]. Модель траєкторії руху ПО по відповідній прямокутній координаті на невеликому проміжку часу  $T_{\text{заб}} \gg 0$  порядку 10-25 секунд (1-5 періодів обзору більшості існуючі оглядові РЛС) в ЄПСК в більшості випадків достатньо точно може бути записана таким чином:

$$\left. \begin{aligned} x(t) &= x_0 + \vartheta_x \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2} + N_x(t) \\ y(t) &= y_0 + \vartheta_y \cdot t + \frac{a_y \cdot t^2}{2} + N_y(t) \\ z(t) &= z_0 + \vartheta_z \cdot t + \frac{a_z \cdot t^2}{2} + N_z(t) \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

або в загальному вигляді

$$k(t) = k_0 + \vartheta_k \cdot t + \frac{a_k \cdot t^2}{2} + N_k(t) = \sum_{w=0}^{w_{\text{заб}}} k_w \cdot \frac{t^w}{w!} + N_k(t),$$

де  $k_0$  – початкове значення відповідної координати,  $k_1 = \vartheta_k$  і  $k_2 = a_k$  – проекції початкової швидкості і прискорення відповідно;  $N_k(t)$  – складова випадкових чинників, що спотворюють траєкторію руху ПО згідно відповідній координаті,  $w = 0 \dots w_{\text{заб}}$ ,  $1 \leq w_{\text{заб}} \leq 2$ . При цьому припустимо, що за інтервал часу, рівний темпу оновлення інформації про ПО  $T_{\text{заб}}$ :

$$\begin{aligned}
 & |M[N_k]| \ll |k_{w \max}|, \\
 & M[N_k - M[N_k]]^2 + M[N_k]^2 < [k_{w \max}]^2, \\
 & M[N_k - M[N_k]]^2 + M[N_k]^2 < \sigma_k^2, \quad (5) \\
 & \sigma_k^2 < \left[ k_{w \max} \frac{T_{i \text{дi}}^{w \max}}{w_{\max}!} \right]^2,
 \end{aligned}$$

де  $\sigma_k^2$  – результуюча дисперсія оцінки відповідної координати ПО.

У роботі [9] отримані співвідношення для щільності вірогідності оцінок прямокутних координат У відносно РЛС (3) і числових характеристик їх параметрів:

$$\begin{cases}
 f_x(\hat{R}, \hat{\varepsilon}, \hat{\beta}) = \frac{\left(\sqrt{(2\pi)^3} \sigma_R \sigma_\varepsilon \sigma_\beta\right)^{-1}}{\sqrt{[1 - \cos^2(\hat{\varepsilon})][1 - \cos^2(\hat{\beta})]}} \times \\
 \times \exp \left\{ - \left[ \frac{(\hat{R} - R^*)^2}{2\sigma_R^2} + \frac{(\arccos[\cos(\hat{\varepsilon})) - \varepsilon^*]^2}{2\sigma_\varepsilon^2} + \frac{(\arccos[\cos(\hat{\beta})) - \beta^*]^2}{2\sigma_\beta^2} \right] \right\}; \\
 f_y(\hat{R}, \hat{\varepsilon}, \hat{\beta}) = \frac{(2\pi\sigma_R\sigma_\varepsilon)^{-1}}{\sqrt{1 - \sin^2(\hat{\varepsilon})}} \times \\
 \times \exp \left\{ - \left[ \frac{(\hat{R} - R^*)^2}{2\sigma_R^2} + \frac{(\arcsin[\sin(\hat{\varepsilon})) - \varepsilon^*]^2}{2\sigma_\varepsilon^2} \right] \right\}; \quad (6) \\
 f_z(\hat{R}, \hat{\varepsilon}, \hat{\beta}) = \frac{\left(\sqrt{(2\pi)^3} \sigma_R \sigma_\varepsilon \sigma_\beta\right)^{-1}}{\sqrt{[1 - \cos^2(\hat{\varepsilon})][1 - \sin^2(\hat{\beta})]}} \times \\
 \times \exp \left\{ - \left[ \frac{(\hat{R} - R^*)^2}{2\sigma_R^2} + \frac{(\arccos[\cos(\hat{\varepsilon})) - \varepsilon^*]^2}{2\sigma_\varepsilon^2} + \frac{(\arcsin[\sin(\hat{\beta})) - \beta^*]^2}{2\sigma_\beta^2} \right] \right\}.
 \end{cases}$$

$$\begin{cases}
 M[\hat{x}_{ij}] = x_{ij}^* \exp\left\{-\frac{(\sigma_{\varepsilon ij}^2 + \sigma_{\beta ij}^2)}{2}\right\}; \\
 M[\hat{y}_{ij}] = y_{ij}^* \exp\left\{-\frac{\sigma_{\varepsilon ij}^2}{2}\right\}; \\
 M[\hat{z}_{ij}] = z_{ij}^* \exp\left\{-\frac{(\sigma_{\varepsilon ij}^2 + \sigma_{\beta ij}^2)}{2}\right\};
 \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\hat{x}_{ij}}^2 &= \frac{(R_{ij}^*)^2 + \sigma_{Rij}^2}{4} [1 + \cos(2\varepsilon_{ij}^*) \exp\{-2\sigma_{\varepsilon ij}^2\}] \times \\
 &\times [1 + \cos(2\beta_{ij}^*) \exp\{-2\sigma_{\beta ij}^2\}] - \\
 &- [x_{ij}^*]^2 \exp\{-(\sigma_{\varepsilon ij}^2 + \sigma_{\beta ij}^2)\};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\hat{y}_{ij}}^2 &= \frac{(R_{ij}^*)^2 + \sigma_{Rij}^2}{2} [1 - \cos(2\varepsilon_{ij}^*) \exp\{-2\sigma_{\varepsilon ij}^2\}] - \\
 &- [y_{ij}^*]^2 \exp\{-\sigma_{\varepsilon ij}^2\}; \\
 \sigma_{\hat{z}_{ij}}^2 &= \frac{(R_{ij}^*)^2 + \sigma_{Rij}^2}{4} [1 + \cos(2\varepsilon_{ij}^*) \exp\{-2\sigma_{\varepsilon ij}^2\}] \times \\
 &\times [1 - \cos(2\beta_{ij}^*) \exp\{-2\sigma_{\beta ij}^2\}] - \\
 &- [z_{ij}^*]^2 \exp\{-(\sigma_{\varepsilon ij}^2 + \sigma_{\beta ij}^2)\}
 \end{aligned} \quad (8)$$

Наведений вираз свідчить, що нелінійна залежність прямокутних координат цілі від її кутових сферичних координат за наявності нормальних флуктуаційних помилок вимірювання із статистичними характеристиками (2) приводить до зсуву оцінок прямокутних координат цілі (7). Тоді систематичні помилки оцінок прямокутних координат цілі  $\Delta \hat{K}_{ij}^s = K_{ij}^* - M[\hat{K}_{ij}]$  описуються співвідношеннями:

$$\begin{cases}
 \Delta \hat{x}_{ij}^s = x_{ij}^* \cdot [1 - \exp\{-(\sigma_{\varepsilon ij}^2 + \sigma_{\beta ij}^2)/2\}] \\
 \Delta \hat{y}_{ij}^s = y_{ij}^* \cdot [1 - \exp\{-\sigma_{\varepsilon ij}^2/2\}] \\
 \Delta \hat{z}_{ij}^s = z_{ij}^* \cdot [1 - \exp\{-(\sigma_{\varepsilon ij}^2 + \sigma_{\beta ij}^2)/2\}]
 \end{cases} \quad (9)$$

При знехтуванні систематичними помилками вимірювання координат (9), знаючи оцінки сферичних координат ПО  $\hat{S}_{ij} = \{\hat{R}_{ij} \quad \hat{\varepsilon}_{ij} \quad \hat{\beta}_{ij}\}$  і статистичні характеристики помилок їх вимірювання окремих РЛС (2), можна отримати статистичні характеристики помилок вимірювання прямокутних координат  $\sigma_{k ij}^2$  (8) і перейти від нерівноточних вимірювань до рівноточних. У разі, коли загальне число відміток від ПО складає

$$\Sigma = \sum_{i=1}^N (M_i + 1) > w_{\text{дi} \delta}, \quad (10)$$

рівняння параметрів його руху по відповідній координаті можна записати наступним чином [10]:

$$\mathbf{T}^T \cdot \mathbf{P} \cdot \mathbf{T} \cdot \bar{\mathbf{K}} \mathbf{c} = \mathbf{T}^T \cdot \mathbf{P} \cdot \mathbf{K}, \quad (11)$$

де при  $w_{\text{дi} \delta} = w_{\text{ма} \delta} = 2$

$$\mathbf{T} = \begin{vmatrix}
 1 & 0 & 0 \\
 \dots & \dots & \dots \\
 1 & \sum_{j=0}^{M1} \Delta t_{1j} & \frac{\left(\sum_{j=0}^{M1} \Delta t_{1j}\right)^2}{2} \\
 \dots & \dots & \dots \\
 1 & \Delta t_{N0} & \frac{\Delta t_{N0}^2}{2} \\
 \dots & \dots & \dots \\
 1 & \sum_{j=0}^{MN} \Delta t_{Nj} & \frac{\left(\sum_{j=0}^{MN} \Delta t_{Nj}\right)^2}{2}
 \end{vmatrix};$$

$$\mathbf{P} = \text{diag} \left\{ \begin{matrix} \sigma_{k10}^{-2} \\ \dots \\ \sigma_{k1M_1}^{-2} \\ \dots \\ \sigma_{kN0}^{-2} \\ \dots \\ \sigma_{kNM_N}^{-2} \end{matrix} \right\}, \quad \bar{\mathbf{K}}\mathbf{c} = \begin{bmatrix} k_0 \\ \vartheta_k \\ a_k \end{bmatrix}, \quad \mathbf{K} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{K}}_{10P} \\ \dots \\ \hat{\mathbf{K}}_{1M_1P} \\ \dots \\ \hat{\mathbf{K}}_{N0P} \\ \dots \\ \hat{\mathbf{K}}_{NM_NP} \end{bmatrix}.$$

У загальному випадку  $\sigma_{k a,b} \neq \sigma_{k c,d}$ .

Вектор оцінок параметрів траєкторії руху ПО однозначно визначається по методу найменших квадратів з матричного рівняння

$$\hat{\mathbf{K}}\mathbf{c} = [\mathbf{T}^T \cdot \mathbf{P} \cdot \mathbf{T}]^{-1} \cdot \mathbf{T}^T \cdot \mathbf{P} \cdot \mathbf{K}. \quad (12)$$

У припущенні про малість систематичних помилок вимірювання координат (9) і справедливості співвідношень (5) можна вважати, що вектор оцінок параметрів траєкторії  $\bar{\mathbf{K}}\mathbf{c} = \{k_0 \ \vartheta_k \ a_k\}^T$  є асимптотично незміщеним, а дисперсії вимірювання відповідних параметрів визначаються виразом [10]:

$$\sigma_{\bar{\mathbf{K}}\mathbf{c}w}^2 \approx \sum_{q=1}^{\Sigma} \Omega_{wq}^2 \cdot \sigma_{kq}^2, \quad (13)$$

де  $\Omega = [\mathbf{T}^T \cdot \mathbf{P} \cdot \mathbf{T}]^{-1} \cdot \mathbf{T}^T \cdot \mathbf{P}$ ,  $w = 0 \dots w_{\text{аіт}} \delta = w_{\text{max}} = 2$ ,  $q = 1 \dots \Sigma$ . Тоді згладжене значення координат ПО визначається виразом:

$$\tilde{\mathbf{K}} = \mathbf{T} \cdot \hat{\mathbf{K}}\mathbf{c}. \quad (14)$$

### Висновки

1. У роботі отриманий алгоритм визначення параметрів руху повітряного об'єкта в єдиній прямокутній системі координат, що враховує статистичні характеристики помилок вимірювання його сферичних координат окремими радіолокаційними станціями і змінний темп оновлення інформації в некогерентній системі з несинхронним оглядом простору.

2. Значення поточних оцінок параметрів руху повітряного об'єкта (12), (14) і числових характеристик помилок їх вимірювання (13) надалі доцільно використовувати як апріорні дані при фільтрації параметрів руху повітряного об'єкта [5 – 6] в системі з несин-

хронним оглядом простору і змінним темпом оновлення інформації  $T_{\text{обн}}$  від декількох нерівноточних джерел.

3. Отримані результати можуть бути використані в існуючих і перспективних системах обробки радіолокаційної інформації і автоматизованих системах управління при визначенні параметрів руху повітряних об'єктів.

### Список літератури

1. Розпорядження КМ України від 17 липня 2003 р. N410-р «Про схвалення Концепції створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження)».
2. Постанова КМ України від 17 вересня 2008 р. N 834 «Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження)».
3. Пространственно-временная обработка сигналов / И.Я. Кремер, А.И. Кремер, В.М. Петров, В.А. Понькин, Н.А. Потапов. – М.: Радио и связь, 1984. – 224 с.
4. Кондратьев В.С. Многопозиционные радиотехнические системы / В.С. Кондратьев, А.Ф. Котов, Л.Н. Марков. – М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.
5. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация / В.С. Черняк. – М.: Радио и связь, 1993. – 416 с.
6. Радиотехнические системы: Основы построения и теория. Справочник / Я.Д. Ширман, Ю.И. Лосев и др. – М.: ЗАО «МАКВИС», 1998. – 828 с.
7. Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация. Введение в теорию / С.З. Кузьмин. – К.: Изд-во КВіЦ, 2000. – 428 с.
8. Роцупкин Е.С. Оценка прямоугольных координат цели при объединении результатов независимых первичных измерений в активной многопозиционной системе радиолокации / Е.С. Роцупкин // Зб. наук. пр. ОНДІ ЗС. – Х.: ОНДІ ЗС, 2006. – Вып. 2(4). – С. 156-162.
9. Роцупкин Е.С. Ошибки преобразования сферических координат радиолокационных целей в прямоугольные / Е.С. Роцупкин // Зб. наук. пр. ОНДІ ЗС. – Х.: ОНДІ ЗС, 2006. – Вып. 1(3). – С. 155-161.
10. Закиров З.З. Оценка параметров движения воздушных объектов в активной многопозиционной системе с несинхронным обзором пространства, состоящей из неравноточных источников с разным темпом обновления информации / З.З. Закиров, С.В. Кукобко, Е.С. Роцупкин // Матер. межд. конф. Ч.1. – Х.: АНПРЭ, ХНУРЭ, 2008. – С. 225-228.

Надійшла до редколегії 23.09.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Л.Ф. Купченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ОБЪЕДИНЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЗАВИСИМЫХ ПЕРВИЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В АКТИВНОЙ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЕ РАДИОЛОКАЦИИ

С.В. Герасимов, Д.М. Изосимов, Е.С. Роцупкин, О.М. Богдановский

Предложен алгоритм определения параметров движения воздушного объекта в единой прямоугольной системе координат при обработке радиолокационной информации, получаемой системой с несинхронным обзором пространства от нескольких неравноточных источников с разным темпом обновления информации.

**Ключевые слова:** радиолокационная информация, воздушный объект, измерение.

### ESTIMATION OF PARAMETERS OF MOTION OF AIR OBJECTS AT ASSOCIATION OF RESULTS OF INDEPENDENT PRIMARY MEASUREMENTS IN ACTIVE MNOGPOZICIONNOY SYSTEM OF RADIO-LOCATION

S.V. Gerasimov, D.M. Izosimov, E.S. Roschupkin, O.M. Bogdanovskiy

The algorithm of determination of an air object motion operation factors is proposed. The algorithm take account asynchronous air surveillance by some radars with unequal accuracy and different data rate.

**Keywords:** radio-location information, air object, measuring.