

УДК 621.396

А.В. Асавалюк, С.В. Герасимов, Є.С. Рощупкін

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ПОХИБКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОВНОГО ВЕКТОРА ШВИДКОСТІ В ЄДИНІЙ ПРЯМОКУТНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ СИСТЕМОЮ ОГЛЯДОВИХ СТАНЦІЙ РАДІОЛОКАЦІЇ С РІЗНОЮ ТОЧНІСТЮ

Приведені результати аналізу похибок оцінки повного вектора швидкості об'єктів в єдиній прямокутній системі координат системою оглядових станцій радіолокації з різною точністю за наявності оцінок кутових координат і радіальної швидкості з відомими статистичними характеристиками. Отримані співвідношення для статистичних характеристик похибок оцінки повного вектора швидкості.

**Ключові слова:** рухомий об'єкт, первинні координати цілі, статистичні характеристики вимірювань, єдина прямокутна система координат, повний вектор швидкості.

### Вступ

**Постановка проблеми.** У роботах [1–2] при оцінці параметрів руху повітряних об'єктів, що маневрують, в активній некогерентній системі при обробці інформації від декількох джерел з різними точністю та темпом огляду простору враховувалися тільки оцінки сферичних координат об'єктів – похилій дальності, кута місця і азимута  $(\hat{R} \quad \hat{\varepsilon} \quad \hat{\beta})$  і їх статистичні характеристики. Практично в усіх існуючих оглядових РЛС також проводиться оцінка радіальної швидкості об'єктів, що лоцуються, –  $\hat{V}_r$ . Проте, окрім використання в алгоритмах внутрішньостанційної обробки безпосередньо даної РЛС, в більшості випадків ця інформація надалі не видається на вищестоящі пункти обробки інформації і, відповідно, не використовується. Одна з причин – радіальна швидкість об'єкту є похідною за часом його похилій дальності, тому вважається, що необхідність в її використанні відсутня, оскільки її можна безпосередньо обчислити [3–7].

Нескладно показати, що при співвідношенні дисперсій  $\sigma_R^2 / \sigma_{V_r}^2 = T_{R_{V_r}}^2$  і темпі оновлення інформації  $T_{\text{обн}} < T_{R_{V_r}}$  похибки обчислення радіальної швидкості перевищують похибки її оцінки  $\sigma_R^2 > \sigma_{V_r}^2$ .

В той же час, оцінка радіальної швидкості є додатковою незалежно вимірюваною оцінкою, пов'язаною з параметром руху об'єкту спостереження – вектором повної швидкості в єдиній прямокутній системі координат (ЕПСК), далі – вектором швидкості, врахування якої підвищить точність вимірювання всіх параметрів руху об'єкту.

Під ЕПСК розумітимемо прямокутну систему координат, загальну для пунктів системи, із заздалегідь обумовленим центром відліку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботах [1–2; 8] при розгляді питання побудови тра-

екторій об'єктів в ЕПСК вказувалося на вплив похибок перетворення координат на точність оцінки параметрів його руху, проте похибки визначення вектора швидкості об'єктів по наявних оцінках радіальної швидкості в ЕПСК розглянуті не були. У відомій авторам літературі подібні дослідження також не проводилися.

**Метою даної статті** є аналіз похибок визначення повного вектора швидкості об'єктів в ЕПСК системою оглядових станцій радіолокації з різною точністю за наявності оцінок кутових координат і радіальної швидкості з відомими статистичними характеристиками.

### Виклад основного матеріалу

Для простоти покладемо, що ціль є прямолінійно рівномірно рухомий об'єкт. Системою оглядових станцій з різною точністю проведено  $N$  вимірювань первинних координат цілі – в моменти часу  $t_k$  ( $k \in 1 \dots N$ ) отримані вектора оцінок  $\hat{S}_k = \{\hat{V}_{r_k} \quad \hat{\varepsilon}_k \quad \hat{\beta}_k\}$  – радіальної швидкості, кута місця і азимута. Про оцінки відомо, що

$$\hat{S}_{ki} = S_{ki}^* + \Delta S_{ki}, \quad i \in 1 \dots 3, \quad (1)$$

де  $S_{ki}^*$  – дійсне значення первинної координати;

$\Delta S_{ki}$  – нормально розподілена похибка, обумовлена шумами, з наступними статистичними характеристиками

$$M[\Delta S_{ki}] = 0;$$

$$M[(\Delta S_{mi} - M[\Delta S_{mi}])(\Delta S_{nj} - M[\Delta S_{nj}])] = \delta_{mn} \cdot \delta_{ij} \cdot \sigma_{S_{mi}} \cdot \sigma_{S_{nj}}, \quad (2)$$

$$m, n \in 1 \dots N, \quad i, j \in 1 \dots 3,$$

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

Покладемо  $S_{ki}^* > \Delta S_{ki}$ .

Введемо в розгляд матриці  $C^*$ ,  $\vec{V}^*$ ,  $\vec{V}_r^*$  (дійсних значень направляючих косинусів, вектора швидкості і радіальних швидкостей з розмірностями  $[N \cdot 3]$ ,  $[3 \cdot 1]$ ,  $[N \cdot 1]$  відповідно):

$$C^* = \begin{pmatrix} \cos \varepsilon_1^* \cos \beta_1^* & \sin \varepsilon_1^* & \cos \varepsilon_1^* \sin \beta_1^* \\ \dots & \dots & \dots \\ \cos \varepsilon_k^* \cos \beta_k^* & \sin \varepsilon_k^* & \cos \varepsilon_k^* \sin \beta_k^* \\ \dots & \dots & \dots \\ \cos \varepsilon_N^* \cos \beta_N^* & \sin \varepsilon_N^* & \cos \varepsilon_N^* \sin \beta_N^* \end{pmatrix};$$

$$\vec{V}^* = \begin{pmatrix} V_x^* \\ V_y^* \\ V_z^* \end{pmatrix}; \quad \vec{V}_r^* = \begin{pmatrix} V_{r1}^* \\ \dots \\ V_{rk}^* \\ \dots \\ V_{rN}^* \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Вектор швидкості пов'язаний з вектором радіальної швидкості очевидним співвідношенням:

$$C^* \cdot \vec{V}^* = \vec{V}_r^*. \quad (4)$$

При відомих матрицях направляючих косинусів і радіальної швидкості вектор швидкості однозначно визначається виразом:

$$\vec{V}^* = C^{*-1} \cdot \vec{V}_r^*. \quad (5)$$

Оскільки на практиці вимірювання кутових координат і радіальної швидкості проводиться з похибками, то відповідно до виразу (1) представимо матриці оцінок направляючих косинусів і радіальної швидкості в наступному вигляді:

$$\hat{C} = C^* + \Delta C; \quad \hat{V}_r = \vec{V}_r^* + \Delta \vec{V}_r. \quad (6)$$

Тоді вираз для оцінки знаходимого вектора швидкості має вигляд:

$$\tilde{V} = \hat{C}^{-1} \cdot \hat{V}_r. \quad (7)$$

Скориставшись співвідношеннями  $(A \cdot B)^{-1} = B^{-1} \cdot A^{-1}$ ;  $(a + b)^{-1} \cong a^{-1} - b \cdot a^{-2}$  [9], отримаємо:

$$\begin{aligned} \tilde{V} &= \hat{C}^{-1} \hat{V}_r = (C^* + \Delta C)^{-1} (\vec{V}_r^* + \Delta \vec{V}_r) = \\ &= [C^* (I + C^{*-1} \Delta C)]^{-1} (\vec{V}_r^* + \Delta \vec{V}_r) = \\ &= (I + C^{*-1} \Delta C)^{-1} C^{*-1} (\vec{V}_r^* + \Delta \vec{V}_r) \cong \\ &\cong (I - C^{*-1} \Delta C) C^{*-1} (\vec{V}_r^* + \Delta \vec{V}_r) \cong \\ &\cong C^{*-1} \cdot \vec{V}_r^* - C^{*-1} \cdot \Delta C \cdot C^{*-1} \cdot \vec{V}_r^* + \\ &+ C^{*-1} \cdot \Delta \vec{V}_r - C^{*-1} \cdot \Delta C \cdot C^{*-1} \cdot \Delta \vec{V}_r. \end{aligned} \quad (8)$$

Розглянемо складові, що входять в праву частину виразу (8):

1.  $C^{*-1} \cdot \vec{V}_r^* = \vec{V}^*$  – дійсне значення знаходимого вектора швидкості;

2.  $C^{*-1} \cdot \Delta C \cdot C^{*-1} \cdot \vec{V}_r^* = C^{*-1} \cdot \Delta C \cdot \vec{V}^* = C^{*-1} \cdot \Delta \vec{V}_{r \Delta C} = \Delta \vec{V}_{\Delta C}$  – похибка оцінки вектора швидкості, обумовлена похибками вимірювання кутових координат;

3.  $C^{*-1} \cdot \Delta \vec{V}_r = \Delta \vec{V}_{\Delta \vec{V}_r}$  – похибка оцінки вектора швидкості, обумовлена похибками вимірювання радіальної швидкості;

4.  $C^{*-1} \cdot \Delta C \cdot C^{*-1} \cdot \Delta \vec{V}_r = C^{*-1} \cdot \Delta C \cdot \Delta \vec{V}_{\Delta \vec{V}_r} = C^{*-1} \cdot \Delta \vec{V}_{\Delta \vec{V}_r \Delta C} = \Delta \vec{V}_{\Delta \vec{V}_r \Delta C}$  – похибка оцінки вектора швидкості, обумовлена похибками вимірювання радіальної швидкості і кутових координат.

Представивши оцінку знаходимого вектора швидкості у вигляді суми дійсного значення і випадкової складової  $\tilde{V} = \vec{V}^* + \Delta \tilde{V}$  і, нехтуючи добутком другого порядку малості  $C^{*-1} \cdot \Delta C \cdot C^{*-1} \cdot \Delta \vec{V}_r = \Delta \vec{V}_{\Delta \vec{V}_r \Delta C}$ , остаточно отримаємо:

$$\begin{aligned} \tilde{V} &= \vec{V}^* + \Delta \tilde{V} \approx \vec{V}^* - C^{*-1} \cdot \Delta C \cdot \vec{V}^* + C^{*-1} \cdot \Delta \vec{V}_r \approx \\ &\approx \vec{V}^* - C^{*-1} (\Delta C \cdot \vec{V}^* - \Delta \vec{V}_r). \end{aligned} \quad (9)$$

Таким чином, похибка оцінки знаходимого вектора швидкості визначається виразом

$$\begin{aligned} \Delta \tilde{V} &= \tilde{V} - \vec{V}^* \approx \\ &\approx C^{*-1} (\Delta \vec{V}_r - \Delta C \cdot \vec{V}^*) \approx C^{*-1} \Delta \vec{V}_{r_{\Sigma}}, \end{aligned} \quad (10)$$

де  $\Delta \vec{V}_{r_{\Sigma}}$  – сумарний вектор, що враховує похибки оцінок радіальної швидкості та кутових координат.

Статистичні характеристики оцінки знаходимого вектора швидкості описуються співвідношеннями:

$$\begin{aligned} M[\tilde{V}] &= M[\vec{V}^* + \Delta \tilde{V}] = \vec{V}^* + M[\Delta \tilde{V}] \approx \\ &\approx \vec{V}^* - M[C^{*-1} (\Delta C \cdot \vec{V}^* - \Delta \vec{V}_r)] \approx \\ &\approx \vec{V}^* - C^{*-1} \cdot M[(\Delta C \cdot \vec{V}^* - \Delta \vec{V}_r)] \approx \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} &\approx \vec{V}^* - C^{*-1} \cdot [M[\Delta C] \cdot \vec{V}^* - M[\Delta \vec{V}_r]] \approx \\ &\approx \vec{V}^* - C^{*-1} \cdot M[\Delta \vec{V}_{r_{\Sigma}}] \approx m_{\tilde{V}}; \end{aligned}$$

$$D[\tilde{V}] = M[\tilde{V} \cdot \tilde{V}^T] - M[\tilde{V}] \cdot M[\tilde{V}]^T. \quad (12)$$

Знайдемо статистичні характеристики похибки оцінки знаходимого вектора швидкості. Очевидно, що:

$$\begin{aligned} M[\Delta \tilde{V}] &\approx C^{*-1} \cdot M[\Delta \vec{V}_{r_{\Sigma}}] \approx \\ &\approx C^{*-1} \{M[\Delta \vec{V}_r] - M[\Delta C] \cdot \vec{V}^*\}; \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} & \mathbf{M}\left[\Delta\vec{V} \cdot \Delta\vec{V}^T\right] \approx \\ & \approx \mathbf{C}^{*-1} \cdot \mathbf{M}\left[\Delta\vec{V}_{r_\Sigma} \cdot \Delta\vec{V}_{r_\Sigma}^T\right] \cdot \mathbf{C}^{*-1 T}. \end{aligned} \quad (14)$$

Для визначення статистичних характеристик похибок оцінки знаходимо вектора швидкості (13–14) запишемо вирази для математичних очікувань елементів матриць  $\Delta\vec{V}_{r_\Sigma}$  (середніх значень похибок) і  $\Delta\vec{V}_{r_\Sigma} \cdot \Delta\vec{V}_{r_\Sigma}^T = \mathbf{C}_{\Delta\vec{V}_{r_\Sigma}}$  (кореляційної матриці похибок):

$$\begin{aligned} \mathbf{M}\left[\|\Delta\mathbf{V}_{r_{\Sigma k}}\|\right] & \approx \mathbf{M}\left[\Delta\mathbf{V}_{r_k}\right] - \mathbf{M}\left[\sum_{i=1}^3 (\Delta c_{ki} \cdot \mathbf{V}_i^*)\right]; \quad (15) \\ \mathbf{M}\left[\|\mathbf{C}_{\Delta\vec{V}_{r_\Sigma ab}}\|\right] & \approx \mathbf{M}\left[\Delta\mathbf{V}_{r_{\Sigma a}} \cdot \Delta\mathbf{V}_{r_{\Sigma b}}\right] \approx \\ & \approx \mathbf{M}\left[\Delta\mathbf{V}_{r_a} \cdot \Delta\mathbf{V}_{r_b}\right] - \mathbf{M}\left[\Delta\mathbf{V}_{r_a} \cdot \sum_{j=1}^3 (\Delta c_{bj} \cdot \mathbf{V}_j^*)\right] - \\ & - \mathbf{M}\left[\Delta\mathbf{V}_{r_b} \cdot \sum_i (\Delta c_{ai} \cdot \mathbf{V}_i^*)\right] + \\ & + \mathbf{M}\left[\sum_{i=1}^3 (\Delta c_{ai} \cdot \mathbf{V}_i^*)\right] \cdot \mathbf{M}\left[\sum_{j=1}^3 (\Delta c_{bj} \cdot \mathbf{V}_j^*)\right]; \\ & a, b \in 1 \dots N. \end{aligned} \quad (16)$$

Для визначення характеристик (15–16) скористаємося результатами роботи [10]:

$$\left\{ \begin{aligned} \mathbf{M}[\Delta c_{k1}] & = m_{\Delta c_{k1}} = \cos(\varepsilon_k^*) \cdot \cos(\beta_k^*) \times \\ & \times \left(1 - \exp\left\{-\frac{\sigma_{\varepsilon_k}^2 + \sigma_{\beta_k}^2}{2}\right\}\right); \\ \mathbf{M}[\Delta c_{k2}] & = m_{\Delta c_{k2}} = \sin(\varepsilon_k^*) \times \\ & \times \left(1 - \exp\left\{-\frac{\sigma_{\varepsilon_k}^2}{2}\right\}\right); \\ \mathbf{M}[\Delta c_{k3}] & = m_{\Delta c_{k3}} = \cos(\varepsilon_k^*) \cdot \sin(\beta_k^*) \times \\ & \times \left(1 - \exp\left\{-\frac{\sigma_{\varepsilon_k}^2 + \sigma_{\beta_k}^2}{2}\right\}\right); \\ \sigma_{\Delta c_{k1}}^2 & = \frac{1}{4} \cdot \left[1 + \cos(2\varepsilon_k^*) \cdot \exp\{-2\sigma_{\varepsilon_k}^2\}\right] \times \\ & \times \left[1 + \cos(2\beta_k^*) \cdot \exp\{-2\sigma_{\beta_k}^2\}\right] - \\ & - \left[\cos(\varepsilon_k^*) \cdot \cos(\beta_k^*)\right]^2 \cdot \exp\{-(\sigma_{\varepsilon_k}^2 + \sigma_{\beta_k}^2)\}; \\ \sigma_{\Delta c_{k2}}^2 & = \frac{1}{2} \cdot \left[1 - \cos(2\varepsilon_k^*) \cdot \exp\{-2\sigma_{\varepsilon_k}^2\}\right] - \\ & - \left[\sin(\varepsilon_k^*)\right]^2 \cdot \exp\{-\sigma_{\varepsilon_k}^2\}; \\ \sigma_{\Delta c_{k3}}^2 & = \frac{1}{4} \cdot \left[1 + \cos(2\varepsilon_k^*) \cdot \exp\{-2\sigma_{\varepsilon_k}^2\}\right] \times \\ & \times \left[1 - \cos(2\beta_k^*) \cdot \exp\{-2\sigma_{\beta_k}^2\}\right] - \\ & - \left[\cos(\varepsilon_k^*) \cdot \sin(\beta_k^*)\right]^2 \cdot \exp\{-(\sigma_{\varepsilon_k}^2 + \sigma_{\beta_k}^2)\}. \end{aligned} \right. \quad (17)$$

Підставляючи (17–18) в (15–16) і враховуючи (2), можна записати:

$$\begin{aligned} \mathbf{M}\left[\|\Delta\mathbf{V}_{r_{\Sigma k}}\|\right] & \approx -\mathbf{M}\left[\sum_{i=1}^3 (m_{\Delta c_{ki}} \cdot \mathbf{V}_i^*)\right] \approx \\ & \approx \mathbf{V}_x^* \cos(\varepsilon_k^*) \cos(\beta_k^*) \left(\exp\left\{-\frac{\sigma_{\varepsilon_k}^2 + \sigma_{\beta_k}^2}{2}\right\} - 1\right) + \\ & + \mathbf{V}_y^* \sin(\varepsilon_k^*) \left(\exp\left\{-\frac{\sigma_{\varepsilon_k}^2}{2}\right\} - 1\right) + \\ & + \mathbf{V}_z^* \cos(\varepsilon_k^*) \sin(\beta_k^*) \left(\exp\left\{-\frac{\sigma_{\varepsilon_k}^2 + \sigma_{\beta_k}^2}{2}\right\} - 1\right); \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{M}\left[\|\mathbf{C}_{\Delta\vec{V}_{r_\Sigma ab}}\|\right] & \approx \delta_{ab} \cdot \sigma_{\Delta\mathbf{V}_{r_a}} \cdot \sigma_{\Delta\mathbf{V}_{r_b}} + \\ & + \sum_{i=1}^3 (m_{\Delta c_{ai}} \cdot \mathbf{V}_i^*) \cdot \sum_{j=1}^3 (m_{\Delta c_{bj}} \cdot \mathbf{V}_j^*) + \\ & + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (\delta_{ab} \cdot \sigma_{\Delta c_{ai}} \cdot \sigma_{\Delta c_{bj}} \cdot \mathbf{V}_i^* \cdot \mathbf{V}_j^*). \end{aligned} \quad (20)$$

Вирази (19–20) описують середні значення і кореляційний зв'язок елементів матриці  $\Delta\vec{V}_{r_\Sigma}$ . Матриці, що характеризують похибки оцінки знаходимо вектора швидкості, нескладно отримати шляхом підстановки (19–20) в (13–14) відповідно.

## Висновки

1. У роботі отримані вирази, що описують статистичні характеристики похибок вимірювання повного вектора швидкості при використанні оцінок первинних координат (кутових координат і радіальної швидкості) прямолінійно рівномірно рухомого об'єкту.

2. З аналізу отриманих результатів можна зробити висновок, що похибка оцінки повного вектора швидкості залежить як від похибок оцінок первинних координат, так і від положення об'єкту щодо пунктів системи і значень складових його вектора швидкості.

3. Отримані результати доцільно використовувати при вирішенні задач визначення параметрів руху об'єктів в прямокутній системі координат (синтезі алгоритмів вагової обробки).

## Список літератури

1. Оцінка параметрів руху повітряних об'єктів при об'єднанні результатів незалежних первинних вимірювань в активній багатопозиційній системі радіолокації / С.В. Герасимов, Д.М. Ізосімов, Є.С. Роцупкін, О.М. Богдановський // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 3. – С. 110–113.

2. Оценка параметров движения маневрирующих воздушных объектов в активной некогерентной системе при обработке информации от нескольких неравноточных источников с разным темпом обзора пространства / Є.С. Роцупкін, С.В. Герасимов, Г.А. Федак, Я.В. Бабий //

Військово-технічний збірник. – Л.: ЛАСВ НУ "ЛП". – 2012. – № 1 (6). – С. 18-26.

3. Вишневецький С.Д. Потенційні можливості РЛС РТВ з виявлення оперативно-тактичних та тактичних безпілотних літальних апаратів / С.Д. Вишневецький, Л.В. Бейліс, В.Й. Климченко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2. – С. 92-98.

4. Степаненков М.М. Шляхи вдосконалення методів отримання і обробки інформації у засобах повітряної радіотехнічної розвідки / М.М. Степаненков, А.В. Кобзев, В.В. Романенко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. № 2. – С. 121-123.

5. Онипченко П.Н. Управление воздушным движением и перспективные направления его совершенствования / П.Н. Онипченко, М.А. Павленко, А.И. Тимочко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. – № 2. – С. 38-41.

6. Аналіз радіолокаційних систем виявлення малорозмірних повітряних об'єктів / В.А. Чепурний, В.Й. Альберт, О.В. Сердюк, Г.В. Худов // Системи обробки інформації. – 2016. – № 1. – С. 53-57.

7. Дудник П.И. Многофункциональные радиолокационные системы: учеб. пособ. для вузов / П.И. Дудник, А.Р. Ильчук, Б.Г. Татарский; под ред. Б.Г. Татарского. – М.: Дрофа, 2007. – 283 с.

8. Черняк В.С. Многопозиционная радиолокация / В.С. Черняк. – М.: Радио и связь, 1993. – 416 с.

9. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 831 с.

10. Рошчупкин Е.С. Ошибки преобразования сферических координат радиолокационных целей в прямоугольные / Е.С. Рошчупкин // Збірник наукових праць Об'єднаного науково-дослідного інституту Збройних Сил. – Х.: ОНДІ ЗС, 2006. – Вип. 1(3). – С. 155-161.

Надійшла до редколегії 15.05.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук ст. наук. співробітник Г.С. Залевський, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛНОГО ВЕКТОРА СКОРОСТИ В ЕДИНОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ СИСТЕМОЙ ОБЗОРНЫХ СТАНЦИЙ РАДИОЛОКАЦИИ С РАЗНОЙ ТОЧНОСТЬЮ

А.В. Асавалук, С.В. Герасимов, Е.С. Рошчупкин

Приведены результаты анализа ошибок оценки полного вектора скорости объектов в единой прямоугольной системе координат системой обзорных станций радиолокации с разной точностью при наличии оценок угловых координат и радиальной скорости с известными статистическими характеристиками. Получены соотношения для статистических характеристик ошибок оценки полного вектора скорости.

**Ключевые слова:** подвижный объект, первичные координаты цели, статистические характеристики измерений, единая прямоугольная система координат, полный вектор скорости.

### THE ERRORS OF DETERMINATION OF THE TOTAL VELOCITY VECTOR IN THE UNIFIED CARTESIAN COORDINATE SYSTEM OF THE SYSTEM OF RADIOLOCATION STATIONS WITH DIFFERENT ACCURACY

A. Asavaluk, S. Gerasimov, E. Roshchupkin

The results of analysis of errors the complete vector of speed in the unique rectangular system of coordinates of the system of radars at presence of information about the estimations of angular coordinates and radial speed of objects with the known statistical characteristics. The equation for statistical characteristics of errors the complete vector of speed have find.

**Keywords:** mobile object, primary target coordinates, statistical characteristics of measurements unified cartesian coordinate system, total velocity vector.