

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ СУПРОВОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА НАДХОДЖЕННЯ ДАНИХ В НЕПОВНІЙ СФЕРИЧНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Анотація. Надходження на комплекси засобів автоматизації інформації від двокоординатних РЛС призводить до погіршення точності супроводження цілей через похибки перерахунку координат із неповної сферичної системи в просторову прямокутну. Визначено області простору, в яких похибки перерахунку є незначними і ними можна знехтувати, і області, в яких врахування похибок є необхідним.

Ключові слова: радіолокаційні станції, супроводження цілей, система координат, точність супроводження..

Двокоординатні РЛС вимірюють похилу дальність до цілі r_c і азимут цілі β_c . Перерахунок отриманих координат в прямокутну систему здійснюється за співвідношеннями $x_c = r_c \cdot \sin(\beta_c)$, $y_c = r_c \cdot \cos(\beta_c)$, тоді як правильний перерахунок необхідно здійснювати за співвідношеннями $x_c = r_c \cdot \cos(\varepsilon_c) \cdot \sin(\beta_c)$, $y_c = r_c \cdot \cos(\varepsilon_c) \cdot \cos(\beta_c)$, де ε_c – невідомий кут місця цілі. Через це виникають систематичні похибки у визначенні прямокутних координат цілей: $\delta_x = r_c \cdot \sin(\beta_c) [1 - \cos(\varepsilon_c)]$, $\delta_y = r_c \cdot \cos(\beta_c) [1 - \cos(\varepsilon_c)]$.

За характером дії означені похибки, незважаючи на їх систематичне походження, можна вважати випадковими, величина яких може змінюватись в межах $0 \leq \delta \leq \delta_{\max} = r_c \cdot [1 - \cos(\varepsilon_c)]$ і розподілена за рівномірним законом розподілу ймовірності. Тобто середньоквадратична похибка (СКП) перерахунку координат буде виражатись [1] співвідношенням: $\sigma_{per} = \frac{\delta_{\max}}{2\sqrt{3}}$.

Врахування похибок перерахування може бути здійснене через штучне збільшення середньоквадратичних похибок (СКП) вимірювання дальності двокоординатними РЛС, тобто вважати, що СКП вимірювання дальності двокоординатною РЛС $\sigma_{rls} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_{per}^2}$, де σ_r – СКП вимірювання дальності власне самою РЛС; σ_{per} – СКП перерахунку координат. Таке збільшення є припустимим доти, доки $\sigma_{per} \leq \sigma_r$.

Використання способу штучного збільшення середньоквадратичних похибок вимірювання дальності двокоординатними РЛС є можливим лише в тих областях простору, в яких максимальні ($\delta_{\max}$) значення похибок перерахунку координат з урахуванням точнісних характеристик сучасних двокоординатних РЛС [2] не повинні перевищувати: $\delta_{\max} \leq 300$ м. Означена область охоплює лише сектор малих кутів місця (рис. 1, а).

Просторову область, в якій можна використовувати штучне збільшення середньоквадратичних похибок вимірювання дальності двокоординатними РЛС, може бути розширена, якщо виявленим двокоординатним радіолокатором цілям відразу надавати деякий умовний кут місця $\varepsilon_{um} = 2,5^\circ$.

На рис. 1, б наведена область простору, в якій похибки перерахунку координат не перевищують 300 метрів. При супроводженні цілей, що перебувають в означеній області, за даними двокоординатних РЛС необхідно вхідні дані доповнити третьою координатою через надання усім цілям кута місця $\varepsilon_{um} = 2,5^\circ$ і перерахунок із сферичної системи координат в

прямокутну здійснювати за співвідношеннями $x_c = r_c \cdot \cos(\varepsilon_{um}) \cdot \sin(\beta_c)$, $y_c = r_c \cdot \cos(\varepsilon_{um}) \cdot \cos(\beta_c)$. Крім того, в матриці точності вимірювання координат необхідно значення середньоквадратичних похибок вимірювання дальності збільшити в $\sqrt{2}$ раз.

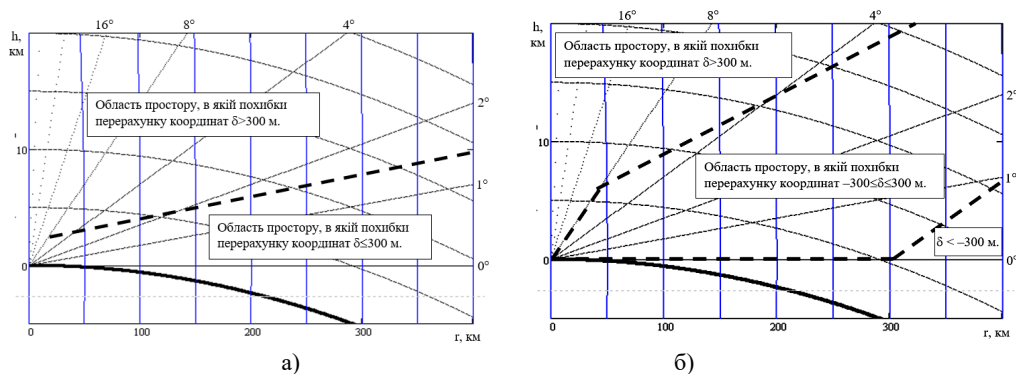


Рисунок 1 – Розподіл похибок перерахунку координат по простору.

Отже, перерахунок координат за наведеною методикою можна здійснювати при супроводженні маловисотних цілей на всіх дальностях, починаючи з 10 км. Для середньовисотних цілей супроводження можливе лише при супроводженні їх на дальностях більше, ніж 50 км, а для висотних ($4000 \text{ м} < h_c \leq 12000 \text{ м}$) і стратосферних ($h_c > 12000 \text{ м}$) – на відстанях більше, ніж 150...200 км.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. 2-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2000.— 480 с.
2. Висоцький О.В. Аналіз тактико-технічних характеристик основних радіолокаційних засобів існуючої системи контролю повітряного простору України. *Системи озброєння і військова техніка*. 2014. №4(40). С. 10-13.

Климченко Василь Йонович – кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник наукового центру, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків. e-mail: vasklim@i.ua.

Арасланов Михайло Рімович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник наукового центру, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків. e-mail: armiri@ukr.net.

Тах'ян Кристина Альбертівна – старший науковий співробітник науково-дослідного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків. e-mail: madi27@ukr.net.

ANALYSIS OF THE ACCURACY OF SUPPLIED OBJECTIVES FOR DATA RECORDING IN A DIFFERENT SPHERICAL COORDINATE SYSTEM

Abstract. Reliance on complexes of information automation features from two-coordinate radars leads to an improvement in the accuracy of target tracking through the transformation of coordinates from an irregular spherical system into a spatial rectilinear system. Designated areas of space, in which the damages of the overrun are insignificant and can be obtained, and areas in which the recovery of damages is necessary.

Keywords: radar stations, target tracking, coordinate system, tracking accuracy.

Vasyl Klymchenko – Philosophy Doctor in Engineering Associate Professor Leading Researcher Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine. e-mail: vasklim@i.ua.

Mikhail Araslanov Philosophy Doctor in Engineering Senior Research Lead Research Associate of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine. e-mail: armiri@ukr.net.

Kristina Tahyan – Senior Researcher Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine. e-mail: madi27@ukr.net.