

УДК 621.396.96

Глущенко А. О.

Науковий керівник: Обод І. І., д.т.н., професор

ORCID ID: 0000-0003-2197-216X

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ОБ'ЄДНАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Рішення задач, поставлених перед Повітряними Силами держави, у значному ступені визначається якістю інформаційного забезпечення [1-5], яке базується на первинних [6] та вторинних [7] радіолокаційних систем спостереження. Вторинні систем спостереження вирішують задачу ідентифікації об'єктів за ознакою «свій-чужий» [8] та отримання координатної та іншої польотної інформації від своїх об'єктів [9]. Ідентифікаційна система спостереження потребує цілевказівки від первинної систем спостереження та видачі її інформації в систему обробки первинної систем спостереження. На етапі первинної обробки інформація дані від первинної та вторинної радіолокаційних систем спостереження об'єднується на координатному рівні [10]. Однак принцип побудови вторинних систем спостереження (відкритої системи масового обслуговування з відмовами та використання системи сигналів у вигляді інтервально-часового коду) [11-13], які використовуються в них, призводять до суттєвих недоліків інформаційних систем, що розглядаються. Дійсно, роздільні здатності вторинних систем спостереження значно перевищують роздільні здатності деяких первинних радіолокаційних систем спостереження, що не завжди потрібно, оскільки при обмеженій кількості об'єктів ймовірність знаходження серед них «свого» та «чужого» на такій малій відстані незначна [14, 15].

Метою запропонованої роботи є дослідження якості об'єднання координатної інформації систем первинної та вторинної радіолокаційних систем спостереження.

Відомо, що локальна мережа спостереження в складі первинної та ідентифікаційної систем спостереження за кожним виявленим повітряним об'єктом створює формуляр повітряного об'єкту, котрий включає: поточний вектор стану повітряного об'єкту, матрицю точності поточного вектору стану та результат ідентифікації повітряного об'єкту за ознакою «свій-чужий».

Процес об'єднання інформації від первинних та вторинних систем спостереження аналогічний процесу цілевказівки. При цьому цілевказівка можна розглядати, власне кажучи, як заявку на обслуговування визначеного об'єкта вторинною системою спостереження. Тому задачею є визначення координат повітряних об'єктів, які відповідають на сигнали запиту. У подальшому координати повітряного об'єкту, котрі визначені первинною та вторинною системами радіолокаційного спостереження, порівнюються. Якщо вони співпадають, виявленому повітряному об'єкту привласнюється ознака

«свій»; якщо ж вторинна систем спостереження не визначила координати повітряного об'єкту, що розглядається об'єкту привласнюється ознака „чужий”.

Одним з основних показників системи поєднання інформації є ймовірність правильної ідентифікації своїх  $P_{ss}$  та чужих  $P_{chch}$  повітряних об'єктів. Розглянемо показники якості ідентифікаційної систем спостереження для випадку коли об'єм невизначеності первинної та вторинної систем спостереження однакові.

Розглянемо перший випадок, коли в об'єм невизначеності вторинної систем спостереження знаходиться один повітряний об'єкт. Згідно з алгоритмом обробки, координатна інформація первинної та вторинної систем спостереження об'єднуються, якщо різниця між оцінками азимуту та дальності повітряний об'єкт в двох системах не перевищує роздільних здатностей первинної радіолокаційної системи [15] за відповідними координатами.

У припущенні, що похибки вимірювання координат у первинній та вторинній систем спостереження незалежні й розподілені за нормальним законом із нульовим середнім, ймовірність поєднання оцінок визначається за формулою

$$P_{poe} = \frac{1}{4} \left[ 1 + \Phi \left( \frac{\delta\theta}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{\sigma_{\theta_1}^2 + \sigma_{\theta_2}^2}} \right) \right] \left[ 1 + \Phi \left( \frac{\delta r}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{\sigma_{r_1}^2 + \sigma_{r_2}^2}} \right) \right],$$

де  $\Phi(x)$ - інтеграл ймовірностей;  $\delta\theta$  и  $\delta r$  - роздільні здатності за азимутом та дальністю;  $\sigma_{\theta_1}$  та  $\sigma_{\theta_2}$  ( $\sigma_{r_1}$  та  $\sigma_{r_2}$ ) – похибки вимірювання азимуту (дальності) первинною та вторинною системами спостереження відповідно.

Розрахунки за наведеним виразом представлені на рис. 1, де: крива I відповідає  $\sigma_{\theta_1} = 0,1\delta\theta$ ,  $\sigma_{r_1} = 0,1\delta r$ ; крива II -  $\sigma_{\theta_1} = 0,2\delta\theta$ ,  $\sigma_{r_1} = 0,2\delta r$ ; крива III -  $\sigma_{\theta_1} = 0,3\delta\theta$ ,  $\sigma_{r_1} = 0,3\delta r$ , а  $k = \delta\theta_2 / 0,1\delta\theta = \sigma_{r_2} / 0,1\delta r$ .

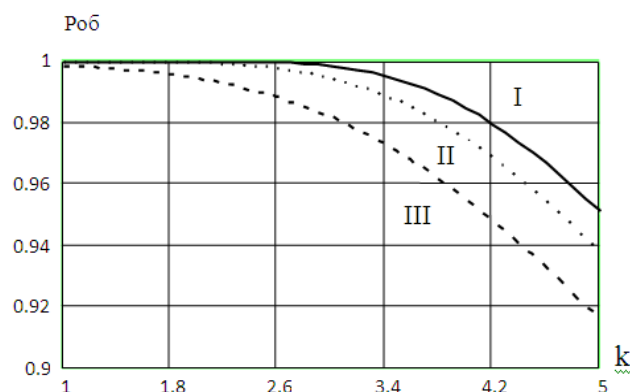


Рис.1. Оцінка якості об'єднання інформації первинної та вторинної інформаційних систем

Наведені розрахунки показують, що для забезпечення прийнятної якості об'єднання інформації первинної та вторинної радіолокаційних систем спостереження необхідно, щоб точність вимірювання координат повітряних об'єктів первинною системою спостереження перевищувала точність визначення координат вторинною систем спостереження.

### Список літератури

1. Stevens. Brian L., Eric N. Johnson. Aircraft control and simulation: dynamics, controls design, and autonomous systems. John Wiley & Sons, 2015.
2. О.П. Черних, І.І. Обод, І.В. Свид. Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, том 2, вип. 9(50), 2011. – С. 23-25.
3. Обод І.І., Стрельницький О.О., Андрусевич В.А. Методи підвищення якості інформаційного забезпечення системами спостереження повітряного простору. Системи обробки інформації. 2014. № 4(120). С. 53-55.
4. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору: монографія. За заг. ред. І.І. Обод. – Харків: ХНУРЕ, 2014. – 312 с.
5. Обод І.І., Стрельницький О.О., Свид І.В., Семенова Є.Ю. Аналіз інформаційних процесів обміну даними у системі контролю повітряного простору. Системи озброєння і військова техніка. 2016. № 3(47). С. 88-90.
6. Обод І.І. Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору/І.І.Обод,О.О.Стрельницький,В.А.Андрусевич.–Х.:ХНУРЕ,2015.-270 с.
7. І.В. Свид. Показники якості інформаційного забезпечення користувачів сполученими системами спостереження повітряного простору. Радіотехніка. 2011. Вип. 165. – Харків, ХНУРЕ, 2011 – С. 157-160.
8. Свид І.В., Обод І.І. Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий». –Х. Друкарня Мадрид. 2021.
9. Обод І.І., Свид І.В. Порівняльний аналіз варіантів управління інформаційного каналу у запитальних системами спостереження повітряного простору. Системи управління, навігації та зв'язку. 2011. № 1(17). С. 27-29.
10. Свид І. В. Аналіз завадостійкості способу передавання польотної інформації у запитальних системах спостереження. Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2011. – № 24. – С. 60-64.
11. Бакуменко Б.В., Обод І.І., Булай А.М. Порівняльний аналіз методів обробки інтервально-часових кодів. Радіоелектронні і комп'ютерні системи. 2006. № 3(15). С. 5-7.
12. Обод І.І., Свид І.В. Порівняльний аналіз варіантів управління інформаційного каналу у запитальних системами спостереження повітряного простору. Системи управління, навігації та зв'язку. 2011. № 1(17). С. 27-29.
13. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору. Харків: Друкарня Мадрид, 2021. 255 с.
14. Обод И.И., Астапов А.Н. Повышение точности измерения азимута воздушных целей при совместном использовании сигналов первичной и вторичной локации. Радиоэлектроника и информатика. № 1. 1997. С. 27-28.
15. Свид І.В., Обод А.І. Порівняльний аналіз якості інформаційного забезпечення системами широкозонного багатопозиційного спостереження. Системи обробки інформації. - 2016. - Вип. 7(144). - С. 72-74.