

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Інформаційне забезпечення (ІЗ) радіолокаційних систем (РЛС) спостереження повітряного простору (СПП) базується на даних первинних та вторинних радіолокаційних системах спостереження [1-5]. Вторинні систем спостереження вирішують задачу ідентифікації об'єктів за ознакою «свій-чужий» [6] та отримання координатної та іншої польотної інформації від своїх об'єктів [7]. Ідентифікаційна система спостереження потребує цілевказівки від первинної систем спостереження та видачі її інформації в систему обробки первинної систем спостереження. На етапі первинної обробки інформації дані від первинної та вторинної радіолокаційних систем спостереження об'єднується на координатному рівні [8]. Але за принципом побудови вторинні системи спостереження є відкритою системою масового обслуговування з відмовами та використовують сигнали у вигляді інтервально-часового коду [9-11]. Це призводять до суттєвих недоліків розглядаємих інформаційних систем. Так, 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 [12-14].

Процес об'єднання інформації від первинних та вторинних систем спостереження аналогічний процесу цілевказівки. При цьому цілевказівку можна розглядати, 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, які визначені первинною та вторинною системами радіолокаційного спостереження, порівнюються. Якщо вони співпадають, виявленому повітряному об'єкту записується ознака «свій»; якщо ж вторинна систем спостереження не визначила координати виявленого повітряного об'єкту, то об'єкту записується ознака «чужий».

Одним з основних показників системи поєднання інформації є ймовірність правильної ідентифікації своїх P_{ss} та чужих P_{chch} повітряних об'єктів.

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 [1, 2]

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

де $\Phi(x)$ - інтеграл ймовірностей; $\delta\theta$ и δr - роздільні здатності за азимутом та дальністю; σ_{θ_1} та σ_{θ_2} (σ_{r_1} та σ_{r_2}) - похибки вимірювання азимуту (дальності) первинною та вторинною системами спостереження відповідно.

Аналіз якості інформаційного забезпечення показав, що є пряма залежність від якості об'єднання координатної інформації систем первинної та вторинної радіолокаційних систем спостереження. 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 використаних джерел

1. Обод І.І., Свид І.В., Мальцев О.С. Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору : навчальний посібник. Харків : Друкарня Мадрид, 2021. 255 с.
2. Свид І.В., Обод І.І. Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий»: монографія. Харків : Друкарня Мадрид, 2021. 254 с.
3. Semenets V., Svyd I., Obod I., Maltsev O., Tkach M. Quality Assessment of Measuring the Coordinates of Airborne Objects with a Secondary Surveillance Radar. *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 69. Springer, Cham / Ageyev D., Radivilova T., Kryvinska N. (eds). 2021. pp. 105-125.
4. Svyd I., Obod I., Maltsev O. Interference Immunity Assessment Identification Friend or Foe Systems. *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 69. Springer, Cham / Ageyev D., Radivilova T., Kryvinska N. (eds). 2021. pp. 287-306.
5. Obod I., Svyd I., Maltsev O., Vorgul O., Maistrenko G., Zavolodko G. Optimization of the Quality of Information Support for Consumers of Cooperative Surveillance Systems. *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham / Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds). 2020. pp. 133-155.
6. Obod I., Svyd I., Maltsev O., Zavolodko G., Pavlova D., Maistrenko G. Fusion the Coordinate Data of Airborne Objects in the Networks of Surveillance Radar Observation Systems. *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham / Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds). 2020. pp. 731-746.
7. Svyd I., Obod I., Maltsev O., Hlushchenko A. Secondary Surveillance Radar Response Channel Information Security Improvement Method. *IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, 2020. pp. 341-345.
8. Свид І.В. Показники якості інформаційного забезпечення користувачів сполученими системами спостереження повітряного простору. *Радіотехніка*. 2011. Вип. 165. С. 157-160.
9. Свид І.В., Обод І.І., Мальцев О.С., Ткач М.Г., Старокожев С.В., Глущенко А.О., Чумак В.С. Метод підвищення завадозахищеності радіолокаційних систем ідентифікації «свій-чужий» при дії навмисних корельованих завад. *Радіотехніка*. . 2021. Вип. 205. С. 154-160.
10. Ткач М.Г., Свид І.В., Воргуль О.В., Старокожев С.В., Мальцев О.С., Глущенко А.О. Оцінка відносної пропускнуої здатності запитальних систем спостереження повітряного простору. *Радіотехніка*. Вип. 208. С. 28-37.
11. Свид І.В., Воргуль І.Ю., Старокожев С.В., Ткач М.Г., Мальцев О.С., Шевцов І.О. Порівняльний аналіз завадостійкості каналу передачі інформації вторинних радіолокаційних систем. *Радіотехніка*. 2022. Вип. 208. С. 44–54.
12. Черних О.П., Обод І.І., Свид І.В. Інформаційне забезпечення на основі мереж спостереження повітряного простору. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2/9(50). 2011. С. 23-25.
13. Abdul-Hussein M. K., Strelnytskyi O., Obod I., Svyd I., Alrikabi H. Evaluation of the Interference's Impact of Cooperative Surveillance Systems Signals Processing for Healthcare. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, vol. 18, no. 03, 2022. pp. 43-59.
14. Svyd I., Obod I., Maltsev O., Maistrenko G., Zavolodko G., D. Pavlova. Fusion of Airspace Surveillance Systems Data. *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)*. 2019, pp. 430-433.