

АНАЛІЗ ЧАСТОТНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВТОРИННИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Вторинних радіолокаційні системи спостереження є одними з основних постачальників даних для інформаційного забезпечення системи управління повітряного руху [1-4]. Але вторинні системи спостереження (ВСС), як показано в значній кількості робіт [5-7], мають незадовільну завадостійкість та завадозахищеність, що обумовлено їх принципом побудови (несинхронна мережа) та принципом обслуговування сигналів запиту (одноканальна система масового обслуговування з відмовами) [8-10]. Таким чином, ВСС мають канал запиту та канал відповіді, тому їх можна віднести до систем обміну інформацією між наземним пунктом управління та бортом повітряного об'єкту. Тобто, ці системи характеризуватися як запитальні системи передачі інформації, за допомогою яких можливо здійснити передачу координат з борту повітряного об'єкту. Принцип побудови ВСС [11, 12] та принцип обслуговування сигналів запиту визначає значну щільність внутрісистемних завад.

Для оцінки ефективності систем передачі інформації в каналах передачі даних вторинного радіолокатора [13, 14] може використовуватися коефіцієнт частотної ефективності

$$\gamma = R/\Delta F,$$

де R – швидкість передачі інформації; ΔF – ширина смуги частот, яка зайнята радіоканалом передачі інформації.

У ВСС швидкість передачі інформації може бути визначена як

$$R = f(C_0, \vec{V}_m, \vec{V}_k, \vec{V}_{kan}, P_e),$$

де C_0 – відносна пропускна спроможність відповідача; \vec{V}_m – вектор параметрів модуляції каналу відповіді; \vec{V}_k – вектор параметрів способу кодування каналу відповіді; \vec{V}_{kan} – вектор параметрів радіоканалу відповіді; P_e – імовірність помилки у каналі відповіді.

У свою чергу відносна пропускна спроможність літакового відповідача може визначатися як

$$C_0 = f(t_p, k_r, k_z, \vec{V}_m, \vec{V}_k, \vec{V}_{kan}, P_e),$$

де t_p – час паралізації відповідача при обслуговуванні запиту; k_r – коефіцієнт розрядки відповідача; k_z – коефіцієнт максимальної завантаженості відповідача.

ВСС вирішують задачі ідентифікації та передачі польотної інформації. На теперішній час у світі широко використовуються дві ВСС [1-2]:

- поєднана, у якій задачі передачі польотної інформації та ідентифікації повітряного об'єкту вирішуються за наявності різних режимів;
- роздільна, у якій передача польотної інформації вирішується однією системою, а ідентифікація повітряного об'єкту іншою.

Проведенні дослідження показали вкрай низку частотну ефективність існуючих вторинних систем спостереження, яка зумовлена принципом побудови системи взагалі та принципом обслуговування запитів, та використовуємою модуляцією сигналів у каналі передачі. Підвищення якості передачі інформації, як результат підвищення частотної ефективності вторинних систем спостереження, у вторинних систем спостереження можливо досягнути тільки при зміні модуляції сигналів та принципів побудови та обслуговування.

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. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Obod I., Svyd I., Vorgul O., Maltsev O., Datsenko O., Boiko N. Optimization of Data Processing Structure for Multi-Position Radar Surveillance Systems. *2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*. 2021, pp. 133-137.
11. 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.
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. Свид І.В. Показники якості інформаційного забезпечення користувачів сполученими системами спостереження повітряного простору. *Радіотехніка*. 2011. Вип. 165. С. 157-160.
14. 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.