

Ткач М. Г., Семенець В. В.

АНАЛІЗ ПОТОКІВ СИГНАЛІВ ВІДПОВІДІ В СИСТЕМАХ ВТОРИННОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ

Інформаційне забезпечення (ІЗ) системи контролю повітряного руху і управління повітряного руху спирається на дані систем вторинної радіолокації [1-3]. Але ці системи побудовані за принципами двоканальної передачі інформації у несинхронній мережі, як одноканальної системи масового обслуговування сигналів запиту з відмовами [4]. Це призводить до зниження якості ІЗ користувачів.

В цій роботі розглядається можливість управління потоками сигналів відповіді, які дозволяють підвищити ймовірності отримання інформації від відповідачів. Сучасні системи вторинної радіолокації дозволяють знижувати кількість сигналів відповіді при значних інтенсивностях потоків сигналів запиту [5, 6]. Тобто з обслуговування виключаються сигнали відповіді літаків з найбільшою дальністю. Але є ситуації, коли необхідно отримувати інформацію від віддалених відповідачів. Особливо це стосується при дію в каналі запиту значних інтенсивностей сигналів запиту [7, 8]. У зв'язку з цим розглянемо один з можливих методів управління потоками сигналів відповіді.

До методів створення складних сигналів, заснованих на використанні сигналів запиту вторинної радіолокації і наявної в літаковому відповідачі схеми подавлення бічних пелюсток діаграми спрямованості [9, 10], можна віднести метод управління зоною прийому сигналів запиту [11, 12]. Сутність управління зоною прийому сигналів запиту на основі використання схем подавлення сигналів бічних пелюсток діаграми спрямованості антени наведено далі. Введемо до складу сигналу запиту імпульс з керованою амплітудою і виберемо часову розстановку цього імпульсу так, щоб імпульс подавлення бокових пелюсток коду запиту був зміщений щодо свого положення, і на його часовій позиції виявляється один з імпульсів сигналу запиту. При такому управлінні сигналів запиту вдається, зміною амплітуди введеного сигналу, керувати початком зони генерації сигналів відповіді. Тоді, літаковий відповідач буде відповідати тільки за відсутності прийому сигналу введеного сигналу.

Виявлення сигналів запиту, враховуючи вищенаведене, відбувається у разі виявлення імпульсів сигналу запиту і не виявленні введеного імпульсу. В цьому випадку добуток ймовірностей зазначених подій визначає, як ймовірність правильного виявлення сигналів запиту

$$D = [1 - D_2(q_1, F)] [D_2(q_2, F)]^n,$$

де $D_i(q, F) = \int_{z_0}^{\infty} x e^{-\frac{(x^2+q^2)}{2}} I_0(qx) dx$ - ймовірність правильного виявлення некогерентного

радіоімпульсу при відношенні сигнал/шум рівному q і ймовірності хибної тривоги, що дорівнює F , q_1 - відношення сигнал/шум для введеного імпульсу, q_2 - відношення с/ш дня імпульсів сигналу запиту.

Як впливає з представлених залежностей управлінням співвідношенням випромінюваних потужностей введеного імпульсу та імпульсів сигналів запиту, можливе управління областю випромінювання сигналів у відповідь і, тим самим, знизити інтенсивність потоку сигналів відповіді.

Застосування таких сигналів запиту дозволяє керувати областю випромінювання сигналів відповіді і тим самим, зменшити синхронні завади в апаратурі прийому цих сигналів. Відношення сигнал/шум зменшується обернено пропорційно відстані між запитувачем і відповідачем при заданій потужності випромінюваних сигналів. При збереженні постійного співвідношення між рівнями потужності випромінюваних

введеного імпульсу та імпульсів сигналу запиту разом із зростанням дальності до зони прийому сигналів запиту ширина цієї зони збільшується за лінійним законом.

Наведений метод управління потоком сигналів відповіді в несинхронних запитальних системах вторинної радіолокації дозволяють знизити інтенсивність потоку сигналів відповіді, та також знизити ймовірність збігу в часі надходження сигналів відповіді на відповідач, що дозволяє підвищити ймовірність отримання інформації в існуючих системах вторинної радіолокації.

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. Ткач М.Г., Свид І.В., Воргуль О.В., Старокожев С.В., Мальцев О.С., Глущенко А.О. Оцінка відносної пропускну здатності запитальних систем спостереження повітряного простору. *Радіотехніка*. Вип. 208. С. 28 – 37.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Свид І.В., Обод А.І. Інформаційні технології обробки даних систем спостереження. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2016. Вип. 4 (40). С. 91-93.
9. Свид І.В. Показники якості інформаційного забезпечення користувачів сполученими системами спостереження повітряного простору. *Радіотехніка*. 2011. Вип. 165. С. 157-160.
10. 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.
11. 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.
12. 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.