

Шевцов І. О., Свид І. В.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИГНАЛІВ ЗАПИТУ У ВТОРИННИХ РАДІОЛОКАТОРАХ

Якість інформаційного забезпечення системи контролю повітряного простору значною мірою визначається вторинними радіолокаторами [1-6]. Потік сигналів запиту (СЗ) на вході літакового відповідача (ЛВ) є сумою потоків СЗ $\lambda_i(t)$ $N-1$ запитувачів, у зоні дії яких перебуває відповідач і може бути записаний у наступному виді [1, 2]

$$\lambda_s = \sum_{i=1}^{N-1} \alpha_i(t) \beta_i(t), \text{ де } \alpha_i(t) = \begin{cases} 1, & \text{при } \xi_i + mT_{si} \leq T(t) < \xi_i + mT_{si} + \tau_o, \\ 0, & \text{при інших } T(t). \end{cases}; \xi_i - \text{начальна фаза}$$

потoku; $\alpha_i(t)$ - випадкова величина з рівномірною щільністю розподілу на інтервалі $[0, T_{si}]$; τ_o - тривалість імпульсів потоку; Δt_i - тривалість пачки СЗ;

$$\beta_i(t) = \begin{cases} 1, & \text{при } \mu_i + sT_{oi} \leq T(t) < \mu_i + sT_{oi} + \Delta t_i, \\ 0, & \text{при інших } T(t). \end{cases}$$

Потік $\lambda_c(t)$ повністю визначається параметрами чотирьох типів N_i, t_i, T_{zi}, T_{oi} . Число вторинних радіолокаторів N і ширина діаграми спрямованості антени звичайно задані. Залишаються два параметри, змінюючи які можливо змінювати властивості потоку в потрібному напрямку, використовуючи певні критерії [7-10]. Такими критеріями можуть бути: дисперсія пачки сигналів відповіді (СВ); математичне очікування загублених СЗ розглянутої станції за L періодів огляду підряд [11-13].

Потік СЗ, що дозволяє мінімізувати зазначені критерії, можна вважати найкращим. Дисперсію кількості синхронних відповідей у пачці СЗ, у загальному випадку можна визначити як $\sigma^2 = MP_0(1-P_0) + 2 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \text{cov}(x_i, x_j)$, $i > j$, де $\text{cov}(x_i, x_j)$ - коваріація

величин x_i і x_j ; P_0 - імовірність відповіді на СЗ конкретного запитувача; M - число СЗ у пачці розглянутого запитувача. Коваріація в наведеному виразі являє собою суму величин виду $\text{cov}(x_i, x_j) = M(x_i, x_j) - M(x_i)M(x_j)$, де для всіх $i, j = 1, \dots, M$, $M(x_i, x_j) = P(x_i = 1)P(x_j = 1/x_i = 1)$, $M(x_i) = P(x_i = 1) = P$.

Мінімум дисперсії необслугованих СЗ може бути отримано шляхом відповідного підбору величини коваріації при заданих P_0 і M . Але вимір імовірності відповіді або числа СЗ у спостерігає мій пачці у ПО, який рухається, порушує умову мінімальності дисперсії. Тому зручніше вважати що $\sigma^2 = \sigma_{\min}^2$, якщо сума кореляційних моментів дорівнює нулю, що вказує на незалежність або некорельованість станів відповідача в моменти надходження на його вхід i -го та j -го СЗ конкретного запитувача. Умова некорельованості станів відповідача, у моменти надходження на його вхід i -го й j -го СЗ конкретного запитувача, виконується, якщо період проходження СЗ запитувача обраний так, що $\tau = kT_{zo}$ потрапляють у проміжки між пелюстками кореляційної функції процесу обслуговування. Тому, що кожна з N ВРЛ може вважатися конкретною, то періоди проходження СЗ кожного ВРЛ повинні задовольняти умовам збереження незалежності потоків $\lambda_i(t)$ $m_r T_{zr} = m_s T_{zs}$, $s, r = 1, 2, \dots, N$, $s \neq r$, $m_r T_{zr} > m_o T_{zo}$ та $|T_{zt} - T_{zo}| > 2t_o$, де m_r, m_s - цілі нескорочувані числа, t_o - час обслуговування СЗ в відповідачі, T_{zo} - період слідування СЗ запитувача, що розглядається.

З огляду на вищевикладене можна зробити висновок, що потік СЗ є оптимальним у розумінні мінімізації дисперсії числа СВ у пачці, якщо періоди проходження СЗ

вибираються відповідно до умов збереження незалежності потоків. Дисперсія числа СВ у пачці при такому потоці зменшується в M раз у порівнянні з потоком, у якого однакові періоди запиту.

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. Ткач М.Г., Свид І.В., Воргуль О.В., Старокожев С.В., Мальцев О.С., Глущенко А.О. Оцінка відносної пропускної здатності запитальних систем спостереження повітряного простору. *Радіотехніка*. Вип. 208. С. 28-37.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Obod I., Svyd I., Maltsev O., Bakumenko B. Spatial Methods for Increasing the Bandwidth of a Mobile Information Network. *2020 IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, 2020, pp. 50-54.
12. Обод І.І., Свид І.В. Порівняльний аналіз якості виявлення повітряних об'єктів запитальними системами спостереження. *Системи обробки інформації*. Вип. 9(90). 2010. С. 74-76.
13. Свид І.В. Показники якості інформаційного забезпечення користувачів сполученими системами спостереження повітряного простору. *Радіотехніка*. 2011. Вип. 165. С. 157-160.