

УДК 621.396.96

Старокожев С. В., аспірант

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

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра мікропроцесорних технологій і систем, м. Харків, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9898-0937>

ОЦІНКА ВНУТРІШНЬОСИСТЕМНИХ ЗАВАД У ЗАПИТАЛЬНИХ ВТОРИННИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Відомо, що системи контролю повітряного простору (ПП) та управління повітряним рухом (УПР) значною мірою забезпечують безпеку держави та безпеку повітряного руху, що вже само по собі визначає потрібний рівень вимог до захищеності інформаційних процесів їх функціонування. До основних елементів процедури контролю повітряного простору (КПП) відносяться - аналіз повітряної обстановки та прийняття рішень[1-3]. Правильне рішення може бути прийнято лише тоді, коли є досить повна, точна, достовірна та безперервна інформація про повітряну обстановку. Таким чином можливо стверджувати що достовірність прийняття рішень визначаються якістю та складом інформації, на основі якої особа приймає рішення. До одних з основних інформаційних засобів системи КПП входять запитальні вторинні системи спостереження (ЗВСС) принцип побудови яких призводить до наявності значної інтенсивності внутрішньосистемних завад [1-5].

Метою роботи є оцінка впливу внутрішньосистемних завад на якість інформаційного забезпечення вторинними системами спостереження повітряного простору.

Дійсно, використовувані при забезпеченні УПР системи ВОРЛ, ADS-B, БСПЗ та системи ідентифікації за ознакою «свій-чужий» працюють на частотах (1030 МГц та 1090 МГц). Можливість вільного використання частот 1030 МГц і 1090 МГц в будь-якому конкретному ПП залежить від кількості та розподілу ПО, наземних/бортових запитувачів та частоти їх запитів. Оскільки в більшості випадків кожен запитувач працює незалежно від інших, на нього негативно впливають завади, створювані відповідями на запити інших наземних або бортових пристроїв, і на додаток до цього він може не отримати відповіді від прийомо-відповідачів (ПВ), які зайняті іншими запитами в момент, коли він намагається встановити з ними контакт [6-8].

Внутрішньосистемні завади можуть призвести до зниження характеристик ЗВСС, а в результаті втрати або передачі невірної інформації. Причинами зниження характеристик є в основному зайнятість ПВ та спотворення радіочастотного сигналу. Зайнятість ПВ не дозволяє достовірним сигналам провести передачу необхідної відповіді. Радіочастотні сигнали як по лінії зв'язку "вгору", так і по лінії зв'язку "вниз" можуть спотворюватися іншими радіочастотними сигналами, котрі ускладнюють або не дозволяють здійснювати правильне декодування сигналів відповіді. Ступінь зниження характеристик залежить від завантаженості каналу [9-11].

При цьому слід зазначити, що виникаючі при роботі ЗВСС завади можуть бути зведені до мінімуму за рахунок використання:

- мінімально можливого рівня потужності передавача, при якому забезпечуються необхідні характеристики;

- мінімальної частоти СЗ, які при цьому не повинні бути синхронними із СЗ будь-який інший наземної станції зоною дії якої перекривається.

Для виключення синхронних завод можна також використовувати зміну частоти повторення імпульсів.

Слід зазначити що існує два види спотворення:

- асинхронне спотворення - коли відповідь вторинних СС спотворюється випадковим сигналом, що не синхронізований з СЗ, що приймається;

- синхронне спотворення - коли відповідь вторинних СС спотворюється іншими відповідями одному і тому ж запитувачу.

При цьому слід зазначити, що асинхронне спотворення не може призвести до зриву супроводу ПО засобами вторинної обробки інформації СС повітряного простору. Це пов'язано з тим, що вторинна СС передає декілька СЗ кожному ПО, коли він знаходиться в секторі променю. Також видається малоімовірним, що випадкова завада спотворить всі СВ в промені. ЗВСС використовує функцію усереднення відповідей, котра зіставляє відповіді в секторі променю, зменшуючи вплив будь-яких випадкових помилок. Крім того, радіолокатор зазвичай здійснює кореляцію даних окремих сканувань та траєкторії ПО, що може передбачати додаткові функції виправлення помилок, які залежать від попередніх даних відстеження ПО. Найбільш поширеним джерелом сигналів, що викликають асинхронне спотворення дійсно є відповіді ПО інших запитувачів. У цьому є важливим експлуатувати сусідні запитувачі з різними значеннями періоду повторення сигналів запиту та використовувати функції випадкового зсуву періоду СЗ. Синхронне спотворення має місце в тому випадку, коли ПО, що знаходяться близько один до одного за похилою дальністю, відповідають на один і той же СЗ. Залежно від різниці відстаней до ПО сигнали відповідей можуть накладатися або ущільнюватися. Стандартній відповіді в режимі А або С вторинній СС відповідає довжина приблизно 1,7 м. милі, і тому імпульси відповідей від ПО, що знаходяться один від одного в межах цієї відстані і на близьких азимутах, можуть накладатися один на одного. Оскільки відповіді запитувача від всіх ПО синхронізовані, велика кількість відповідей в секторі променю може бути спотворено, що може стати причиною того, що функція усереднення відповідей в СС видаватиме неправильний результат. Синхронне спотворення може виникати в тому випадку, коли ПО знаходяться на близьких азимутах та похилих дальностях, навіть якщо має місце великий поділ за абсолютною висотою.

Ширина смуги пропускання приймача бортового прийомовідповідача та приймача наземної станції ЗВСС становить приблизно 8 МГц з центральною частотою 1030 та 1090 МГц. При такій ширині смуги можуть виникати значні завади в суміжних каналах від передавачів інших систем, що працюють на сусідніх частотах. Такі завади можна звести до мінімуму за рахунок розносу за

частотою або просторового рознесення передавачів котрі створюють завади та відповідних приймачів ЗВСС.

Список літератури

1. Свид І.В. Обробка радіолокаційної інформації систем спостереження повітряного простору: монографія. / І. В. Свид. Дніпро : ЛІРА ЛТД, 2022. 224 с.

2. Свид І.В., Обод І.І. Завадостійкість радіолокаційних систем ідентифікації за ознакою «свій-чужий»: монографія. / І. В. Свид, І. І. Обод. Харків : Друкарня Мадрид, 2021. 254 с.

3. І.І. Обод, І.В. Свид, О.С. Мальцев. Обробка даних радіолокаційних систем спостереження повітряного простору: навчальний посібник. Харків: Друкарня Мадрид, 2021. 255 с.

4. Обод І.І., Свид І.В., Штих І.А. Завадозахищеність запитальних систем спостереження повітряного простору: монографія. / За заг. ред. І.І. Обо́да. Харків: ХНУРЕ, 2014. 312 с.

5. M.K. Abdul-Hussein, O. Strelnytskyi, I. Obod, I. Svyd and H. Alrikabi, "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, pp. 43-59, 2022. doi: 10.3991/ijoe.v18i03.28015.

6. І.В. Свид, А.І. Обод. Інформаційні технології обробки даних систем спостереження. // Системи управління, навігації та зв'язку. Полтава, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2016. Вип. 4 (40). С. 91-93.

7. I. Obod, I. Svyd, O. Maltsev and S. Starokozhev, "The Effect of Masking Interference on the Quality of Request Signal Detection in Aircraft Responders of the Identification Friend or Foe Systems," 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), 2020, pp. 721-726, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9467955.

8. I. Svyd, I. Obod and O. Maltsev, "Interference Immunity Assessment Identification Friend or Foe Systems", In: Ageyev D., Radivilova T., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 69. Springer, Cham, pp. 287-306, 2021. doi: 10.1007/978-3-030-71892-3_12.

9. 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. doi: 10.15587/1729-4061.2011.1850.

10. Svyd, I. Obod, O. Maltsev, O. Vorgul, I. Shevtsov and O. Bilotserkivets, "Optimizing the Request Signals Detection of Aircraft Secondary Radar System Transponders," 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), 2022, pp. 652-657, doi: 10.1109/ELNANO54667.2022.9926991.

11. I. Obod, I. Svyd, O. Vorgul, O. Maltsev, O. Datsenko, and N. Boiko, "Optimization of data processing structure for multi-position radar surveillance systems," 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), 2021. doi: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575286.