

УДК 621.396.96

Свид І. В., к.т.н., доцент

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4635-6542>

Бойко Н. В., завідувач лабораторії

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3814-0338>

Чумак В. С., лаборант

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2403-020X>

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КООПЕРАТИВНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Кооперативні системи спостереження (КСС) потребують отримання інформації від повітряних об'єктів. КСС складають основу інформаційного забезпечення (ІЗ) споживачів системи контролю використання повітряного простору (ПП) [1, 2]. За допомогою ІЗ забезпечуються автоматизовані процеси отримання, збору, обробки, зберігання й розповсюдження аеронавігаційних даних. Завдяки цифровій обробці інформації у КСС здійснюється обробка інформації починаючи з виходів фазових детекторів [2–4]. Використання сучасних способів роботи з базами даних дозволяє значною мірою підвищити якісний рівень ІЗ, що, у свою чергу, сприяє підвищенню безпеки польотів, економічності й регулярності польотів в районі аеродрому, на повітряних трасах та у позатрасовому ПП [5–7].

Поєднання КСС в інформаційну мережу (ІМ) дозволяє здійснити сумісний прийом сигналів та розподілену обробку інформації. ІМ може бути побудована за синхронним або несинхронним принципом. Одночасне вимірювання дальності до спостерігаємого повітряного об'єкта (ПО) дозволяє вимірювати висоту польоту ПО, що значно покращує якість ІЗ [8–11].

Принцип роботи такої системи наступний:

– запитувачем системи формується сигнал запиту (СЗ), який приймається літаковим відповідачем (ЛВ) ПО;

– ЛВ формує та випромінює сигнал відповіді (СВ), який приймається m -разів приймачами ІМ;

– в кожному приймачі здійснюється виявлення приймаємого СВ та обчислення часу розповсюдження сигналу від запитувача до відповідного приймача.

Наявність кількох приймальних пунктів, що працюють на прийом СВ, передбачає, що виявлювача СВ є багатоканальним. Після порогових пристроїв і дешифраторів сигнали підсумовуються елементом об'єднання. Необхідно

також враховувати, що параметри прийнятих СВ різними каналами істотно відрізняються, що не враховується при побудові виявлювачів сигналів в існуючих ЛВ. Але СВ містять кілька простих сигналів без внутріімпульсної модуляції, часова розстановка яких і визначає код СЗ [2]. У кожному з каналів прийому прийняті СВ після оптимальної лінійної обробки і детектування порівнюються в пороговому пристрої з порогом.

За результатами проведеного аналізу структури ІЗ КСС інтегральним показником якості ІЗ КСС може бути ймовірність ІЗ, яка визначається ймовірністю виявлення СВ в кожному каналі обробки та ймовірністю вимірювання дальності (різниці чи суми) з потрібною точністю.

Таким чином, оптимізація виявлення СВ зводиться до вибору для спільної обробки одного з вирішальних правил, що задовольняють одному з алгоритмів виявлення сигналів запиту:

- при об'єднанні попередніх рішень виявлення сигналів або імпульсів всіх каналів обробки ЛВ;
- при міжканальному об'єднанні результатів виявлення СВ;
- при міжканальному об'єднанні результатів виявлення імпульсів СВ.

Та зводиться до установки однакових відносних порогів в каналах обробки СВ, що забезпечують такі окремі значення ймовірності, які при обраному алгоритмі виявлення сигналів запиту дають необхідне значення результуючої ймовірності.

Розрахунки показників якості виявлення СВ за наведеними алгоритмами досить складні через необхідність врахування відмінностей заводових коливань і відношень c/z в каналах обробки. Припустимо, що: кількість каналів обробки дорівнює m ; у кожному каналі обробки однакове відношення c/z . За цих припущень вагові коефіцієнти внутріканального та міжканального об'єднання будуть однаковими, а розрахункові вирази для показників якості виявлення спрощуються. Ймовірність виміру координат ПО визначається відомими математичними виразами. Це дозволяє синтезувати один з варіантів структури ІЗ (рис. 1).

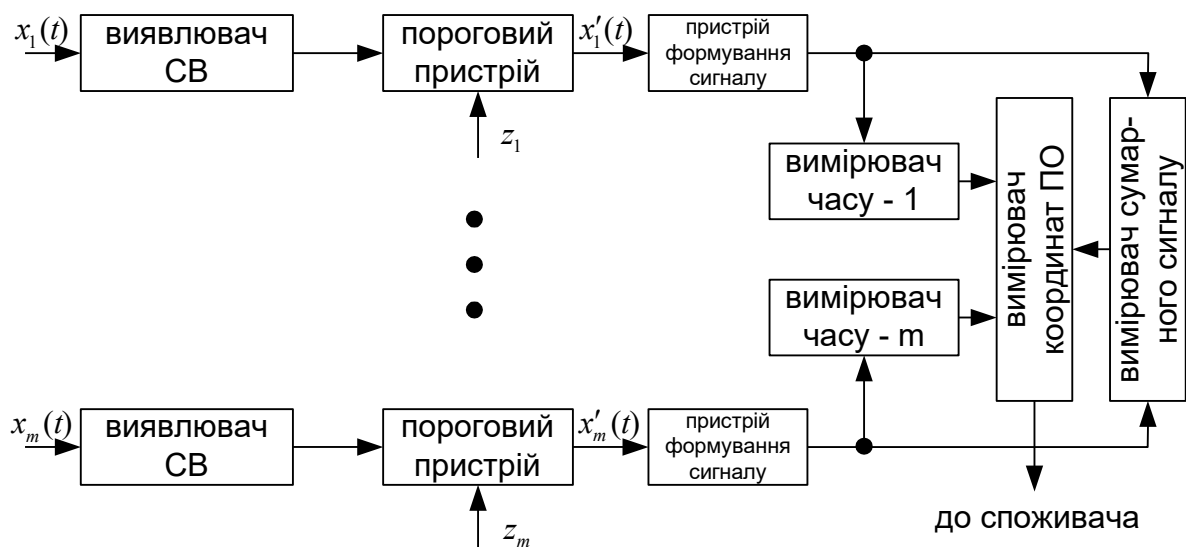


Рисунок 1 – Структура інформаційного забезпечення

Отримані результати дозволяють зробити наступні висновки: використання сучасних способів і методів роботи з базами даних дозволяє значною мірою підвищити якісний рівень існуючого інформаційного забезпечення користувачів повітряного простору. Що в свою чергу дозволяє суттєво поліпшити навігаційні характеристики повітряних об'єктів. Використання мережевого принципу побудови кооперативних систем спостереження дозволяє компенсувати неточності окремих навігаційних параметрів з метою покращення їх технічних характеристик та підвищення якості інформаційного забезпечення в цілому.

Список літератури

1. Фарина А., Студер Ф. Цифровая обработка радиолокационной информации. М. : Радио и связь, 1993.
2. Обод І. І., Стрельницький О. О., Андрусевич В. А. Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору. Х. : ХНУРЕ, 2015.
3. Чала Л. Е., Свид І. В. Критерії та показники інформаційних технологій обробки даних систем спостереження повітряного простору. *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2016. Вип. 3 (39). С. 107–109.
4. Обод І. І., Свид І. В. Порівняльний аналіз якості виявлення повітряних об'єктів запитальними системами спостереження. *Системи обробки інформації. Тематичний збірник*. Вип. 9(90). Харків, вид-во ХУПС, 2010. С. 74–76.
5. Свид І. В. Показники якості інформаційного забезпечення користувачів сполученими системами спостереження повітряного простору. *Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб.* Вип. 165. Х. : ХНУРЕ, 2011. С. 157–160.
6. Свид І. В., Обод А. І. Інформаційні технології обробки даних систем спостереження. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2016. Вип. 4. С. 91–93.
7. Обод І. І., Стрельницький О. О., Свид І. В., Семенова Е. Ю. Аналіз інформаційних процесів обміну даними у системі контролю повітряного простору. *Системи озброєння і військова техніка*. 2016. № 3(47). С. 88–90.
8. Свид І. В., Обод А. І. Синтез структури інформаційного забезпечення споживачів інформаційними системами спостереження повітряного простору. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2015. № 2(43). С. 67–70.
9. Черних О. П., Обод І. І., Свид І. В. 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. Iryna Svyd, Ivan Obod, Oleksandr Maltsev, Ganna Zavolodko, Inna Shtykh, Halyna Maistrenko. *Model and Method for Request Signals Processing of Secondary Surveillance Radar*. 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM), February 26 – March 2, 2019 Polyana-

Svalyava (Zakarpattia), Ukraine. 2019. Pp. 1–4. doi: 10.1109/CADSM.2019.8779347.

11. Svyd, I. Obod, O. Maltsev and A. Hlushchenko, Secondary Surveillance Radar Response Channel Information Security Improvement Method. *Dependable Systems, Services and Technologies*. IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), 14–18 May, Kyiv, Ukraine, 2020, pp. 341–345, doi: 10.1109/DESSERT50317.2020.9125018.