

УДК 004.045:621.396.96

*Чернишов М.В., аспірант кафедри  
мікропроцесорних технологій і систем  
Обод І.І., д.т.н., професор кафедри  
мікропроцесорних технологій і систем  
Свид І.В., к.т.н., завідувач кафедри  
мікропроцесорних технологій і систем*

## **ОЦІНКА ВИМОГ ДО ЯКОСТІ ДАНИХ БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Основою інформаційного забезпечення (ІЗ) споживачів системи контролю повітряного простору та управління повітряного руху є системи спостереження (СС), які поєднуються у синхронну інформаційну мережу [1-3]. Підвищення надійності ІЗ користувачів системи контролю повітряного простору неможливо без використання інформаційних технологій (ІТ) у процесі отримання, збору, обробки, зберігання й розповсюдження аеронавігаційних даних [2-4]. ІТ, у цій ситуації, припускають автоматизацію процесів отримання, збору, обробки й відображення даних від різномірних СС та здійснюють мережеву обробку даних. Однією з таких систем є система мультилатерації MLAT [5]. Система MLAT використовується з вже існуючим обладнанням запитальних СС і не потребує додаткової бортової апаратури.

Традиційні засоби вторинної радіолокації, такі як моноімпульсний вторинний радіолокатор, все менше відповідають сучасним вимогам по точності й швидкості визначення місця розташування повітряного об'єкту (ПО) для більш ефективного ешелонування. Відповідно до концепції CNS/ATM найбільш перспективним методом отримання даних про повітряний простір визнано автоматичне залежне спостереження (ADS) на базі цифрових ліній передачі даних (ЛПД). При цьому слід зазначити, що існує технологія, яка дозволяє поєднати і взаємопов'язати застосування ADS-B з традиційною системою радіолокаційного спостереження. Застосування багатопозиційних систем спостереження (БПСС), або систем MLAT, дозволить здійснити перехід до технології ADS-B без істотної зміни бортового обладнання та наземної інфраструктури.

Впровадження аеродромних систем ADS-B+MLAT дозволить забезпечити: контроль повітряного простору в аеродромній зоні; вирішення завдання виявлення потенційно-конфліктних ситуацій в повітрі; контроль ПО, що заходять на посадку; контроль за рухом ПО і транспортних засобів по льотному полю [5]. Застосування комбінованої системи ADS-B+MLAT на аеродромах з паралельними злітно-посадковими смугами дозволяє підвищити пропускну здатність летовища на 30% при збереженні заданого рівня безпеки польотів [5]. В

даний час спостерігається тенденція об'єднання БПСС в «широкозонові» (Wide Area Multilateration) інтегровані системи [5].

У порівнянні з первинними та вторинними СС БПСН має ряд переваг, тобто: формування зони спостереження незалежно від рельєфу місцевості; висока точність і швидкість оновлення даних; сумісність з ADS-B; не пред'являються додаткові вимоги до бортового обладнання ПО; невеликі габарити і вага; низька витрата електроенергії; низька вартість обладнання; низькі витрати на експлуатацію та обслуговування.

Можливо стверджувати, що дані від БПСС у аеродромній зоні повинні задовольняти вимогам, що пред'являються до існуючих систем ІЗ. Таким чином БПСС повинна працювати в режимах А/С і S вторинних СС і забезпечувати виконання таких вимог [5]:

- ймовірність виявлення ПО повинна бути не менше 97%;
- ймовірність хибного виявлення ПО не повинна перевищувати 0,1%;
- ймовірність отримання даних о бортовому номері не менше 99%;
- ймовірність отримання коду в режимі А не менше 98%;
- ймовірність отримання коду в режимі С не менше 96%;
- ймовірність хибного виявлення кодів не повинна перевищувати 0,1%;
- СКО визначення горизонтальних координат не повинна перевищувати 150 м;
- часова затримка передачі даних в БПСС не повинна перевищувати 500 мс;
- час обробки даних з моменту прийому сигналу не повинна перевищувати 1 с;
- інтервал оновлення даних повинен бути не менше 5 секунд з імовірністю 95%;
- максимально допустимий інтервал оновлення даних повинен бути не більше 15 секунд з імовірністю 95%;
- ймовірність виникнення максимально допустимого інтервалу оновлення даних не повинна перевищувати 0,1%;
- час взяття на супровід (виявлення і зав'язки траси) нового ПО не повинно перевищувати 25 секунд з імовірністю 99%;
- час взяття на супровід (виявлення і зав'язки траси) ПО, що злітає, не повинно перевищувати 15 секунд з імовірністю 99%;
- БПСС повинна забезпечувати обслуговування не менше 250 ПО.

Крім того, БПСС повинна забезпечувати визначення: горизонтальних координат в аеродромній декартовій системі координат (СК); координат широти і довготи в геодезичній СК WGS-84; швидкостей і прискорень за осями аеродромної декартової та геодезичної WGS-84 СК; середньо-квадратичного відхилення і коваріації координат ПО у аеродромній декартовій та геодезичній СК; барометричної висоти; розрахункової висоти для областей, де вона доступна для визначення з достатньою точністю; істинної висоти в СК WGS-84 та її середньо-квадратичного відхилення.

Для забезпечення цілісності БПСС повинна формуватися ознака «прийнято / спотворено» дані, що надходить з борту ПО: ідентифікації ПО; барометричної висоти польоту (пріоритет має висота польоту в режимі S); бортового номера ПО.

Наведене вище дозволяє сформулювати основні питаннями, які стоять перед розробниками системи БПСС: вибір конфігурації системи (розташування приймальних станцій та їх кількість), що забезпечує прийнятну величину GDOP в заданій зоні дії системи; вибір технічних засобів, що забезпечують необхідну точність вимірювання TDOA; вибір алгоритму визначення місцеперебування ПО.

Задача забезпечення потрібної якості ІЗ користувачів БПСС пов'язана з оптимізацією мультilaterаційної системи. Ця задача є задачею багатокритеріальної оптимізації що потребує формалізувати і скласти вагову функцію з наступними параметрами: кількість приймальних станцій; координати приймальних станцій; координати центральної станції; координати контрольного відповідача; характер залежності абсолютної похибки від дальності та висоти.

### **Література.**

1. Автоматизированные системы управления воздушным движением: Новые информационные технологии в авиации / под ред. С.Г. Пятко и А.И. Краснова. - СПб.: Политехника, 2004. – 446 с.
2. І.І. Обод, І.В. Свид. Порівняльний аналіз якості виявлення повітряних об'єктів запитальними системами спостереження. Тематичний збірник «Системи обробки інформації» Випуск 9 (90) – Харків, видавництво ХУПС, 2010 – С. 74-76.
3. І.В. Свид. Показники якості інформаційного забезпечення користувачів сполученими системами спостереження повітряного простору. // Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. 2011. Вип. 165. – Харків, ХНУРЕ, 2011 – С. 157-160.
4. I. Obod, I. Svyd, O. Maltsev, O. Vorgul, G. Maistrenko and G. Zabolodko, "Optimization of Data Transfer in Cooperative Surveillance Systems," 2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2018, pp. 539-542, doi: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632134.
5. Implementation of MLAT/ADS-B System. ICAO/FAA Workshop on ADS-B and Multilateration Implementation. Mexico-City, September, 6, 2011. ERA beyond radar.