

УДК 621.396.967.2

Г.Е. Заволодько, А.І. Обод, В.А. Андрусевич

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

## ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У статті, на основі класифікації систем спостереження та сукупності основних вимог до спостереження, наводиться інформаційна модель спостереження повітряного простору. Розглянуті вимоги до передачі даних спостереження, додаткові функції під час обміну даними спостереження та сформульовані вимоги до мережі даних спостереження.

**Ключові слова:** системи спостереження, інформаційна модель спостереження повітряного простору.

### Вступ

#### Постановка проблеми й аналіз літератури.

Особливістю системи контролю повітряного простору (ПП) України є її цивільно-військовий статус. Система в значній мірі забезпечує безпеку держави та безпеку повітряного руху, що вже само по собі визначає рівень вимог до захищеності інформаційних процесів її функціонування.

Управління різноманітними технологічними процесами в авіації в наш час базується на використанні інформаційних систем, до яких відносяться джерела інформації, засоби її передачі, обробки, відображення, зберігання, загальне та спеціальне програмне забезпечення. У всіх інформаційних технологічних процесах, а також процесах управління, важливу роль відіграють люди. Людина приймає безпосередню участь у розробці, виробництві та експлуатації інформаційних систем. Технологічний процес системи контролю ПП неможливий без участі людини, за якою залишається найбільш відповідальний процес - прийняття рішень.

Інформаційне забезпечення (ІЗ) системи контролю ПП здійснюється різноманітними системами спостереження (СС) [1,2]. Процес збирання та обробки інформації з роками все в більшій мірі автоматизуються. Використовується велика кількість різноманітних технічних та програмно-технічних засобів. Впроваджуються автоматизовані системи підтримки прийняття рішень.

Вся перелічена та інша інформація отримується від вищезазначених джерел, обробляється, і передається за каналами зв'язку, відображається у необхідному вигляді або зберігається.

Ефективне виконання усіх призначених системі контролю ПП функцій залежить від ефективності протікання в ній інформаційних процесів та міри їх захищеності. На теперішній час у відомій літературі відсутня інформаційна модель спостереження повітряного простору.

**Мета роботи** – розробка інформаційної моделі спостереження повітряного простору.

### Основна частина

Спостереження визначається як спосіб своєчасного виявлення ПО та визначення їхнього місцезнаходження (а за потреби й отримання додаткової інформації, що стосується ПО) і своєчасного надання цієї інформації користувачам, щоб забезпечити підтримку безпечного управління, виходячи з визначеної сфери інтересів. У більшості випадків система спостереження дає користувачеві інформацію про те, "хто" знаходиться "де" і "коли". Можуть також представлятися дані про горизонтальною і вертикальною швидкості. Необхідні дані і параметри технічних характеристик залежать від конкретних видів застосування. Для розробки інформаційної моделі системи спостереження наведемо класифікацію систем спостереження ПП (рис.1). Мінімальним критерієм системи спостереження є надання інформації про ПО у встановлений час.

При незалежному некооперативному спостереженні місцезнаходження ПО визначається на підставі даних вимірювань без допомоги ПО. Прикладом є система, що використовує первинні СС, яка надає дані про місцезнаходження ПО, але не ідентифікує його і не дає іншої інформації про ПО. Первинні СС, в залежності від розміщення передавального та приймального пристроїв, поділяються на однопозиційні та багатопозиційні [3, 4].

В свою чергу багатопозиційні СС поділяються на активні (використають свій передавач) та пасивні (використають випромінювання інформаційних засобів ПО).

При незалежному кооперативному спостереженні місцезнаходження визначається на підставі даних вимірювань, які виконуються підсистемою локального спостереження з використанням повідомлень з борту ПО. Ці повідомлення можуть містити інформацію, отриману на борту ПО, тобто дані про барометричну висоту, пізнавальний індекс ПО та інше.

При залежному кооперативному спостереженні місцезнаходження визначається на борту ПО, і ця

інформація передається підсистемі локального спостереження поряд з можливими додатковими даними (наприклад, пізнавальний індекс ПО, барометри-

чна висота) використовуючи як свої засоби передавання інформації, так і використовуючи супутникові канали передачі інформації.

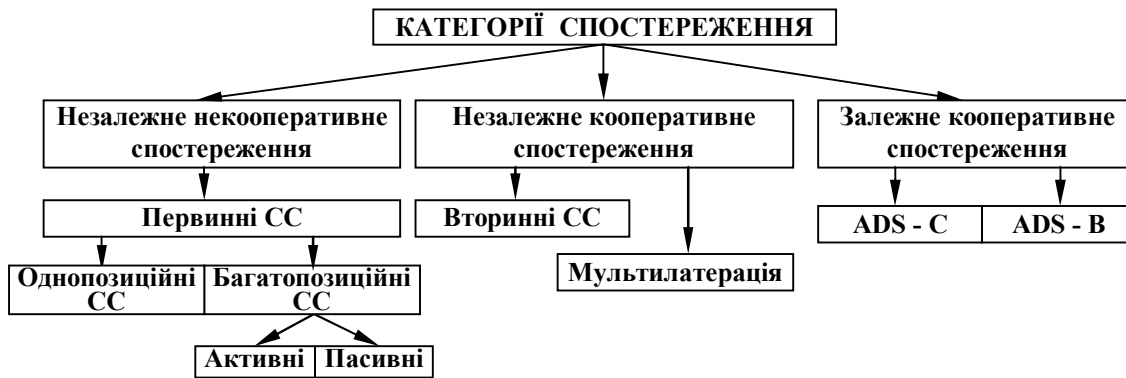


Рис. 1. Класифікація систем спостереження повітряного простору

Фундаментальні міркування щодо деталізації спостереження витікають з потреби задовольнити таку сукупність основних вимог:

- отримання інформації від ПО (збір даних);
- передавання інформації ПО (надсилання запитів по інформацію або доставки на борт ПО інформації, що була створена на землі);
- оброблення інформації від ПО, розповсюдження та організація запитів на обслуговування на рівні підсистеми локального спостереження;
- оброблення інформації від ПО, розповсюдження та організація запитів на обслуговування на регіональному рівні.

Виходячи з вищезазначеного інформаційну модель спостереження ПП можливо зобразити в вигляді наведеному на рис.2. Вона відображає взаємодію інфраструктури обміну даними спостереження з модулями наземних приймальних та передавальних частин СС.

Головним об'єктом спостереження є ПО та її такі атрибути, чотиривимірне місцезнаходження, тип, ідентифікація та інші атрибути, що вважаються операційно суттєвими. Все це входить до складу картини ПП.

Користувачам надаватиметься повний або обмежений доступ до даних спостереження.

На інфраструктуру спостереження можуть впливати численні фактори.

Основною інформаційною системою контролю ПП є первинна СС. Ця система дозволяє визначати координати ПО котрі є порушниками ПП або літакові відповідачі якого не відповідають. Як правило ця система працює сумісно з системою ідентифікації (СІ) за ознакою «свій-чужий» [5,6]. Ці дві СС на інформаційному рівні поєднуються у локальну інформаційну мережу спостереження з поєднанням інформації на координатному рівні. Також знаходять застосування активно-пасивні багатопозиційні СС

[3] які використовують як свій зондуєчий сигнал, так і сигнали випромінені ПО.

При роботі з ПО інфраструктурою в одному напрямку передаються дані від вторинних оглядових СС (ВОСС), систем режиму S, широкозонного багатопозиційного спостереження (WAM) і радіомовного залежного автоматичного спостереження (ADS-B), а у зворотному напрямку – дані до служб інформації повітряного руху (TIS-B) після їх наземної компіляції. Крім всього інформаційні дані (ІД) можуть поступати з використанням супутникових каналів передачі інформації (ADS-C).

Таким чином, сучасні СС складаються з численних користувачів (джерел і споживачів) даних спостереження (ДС) як на рівні окремої системи, так і на рівні взаємообмінів між системами. Це неминуче збільшує впровадження мереж як транспортного середовища для розповсюдження ДС, що дозволяє спільно використовувати дані та ресурси у глобальному масштабі.

Для забезпечення захисту системи розповсюдження ДС, яка має гарантувати ефективний і надійний обмін даними спостереження, найважливішим стало дослідження загроз для системи розповсюдження даних спостереження як сукупності умов та факторів, що можуть призвести до порушення цілісності, доступності та конфіденційності інформації.

Межею СС є прикладний інтерфейс, тобто точка, в якій система спостереження надає інформацію спостереження для використання споживачам і в якій оцінюється робота системи.

Інформаційні дані, отримані від СС, є, по суті, нестійкими, тобто вони мають значення лише за умови вчасного надходження їх до місця обробки. Це дозволяє запропонувати наступні вимоги до передачі даних, які розподіляються в порядку зменшення пріоритетів:

- 1) обмежений час затримки передавання ІД (передавання у реальному часі);
- 2) передавання без викривлення даних;
- 3) передавання без втрати даних.

Суттєвою вимогою до характеристик СС є мінімізація часу затримки, пов'язаної з транспортуванням даних. З огляду на те, що оперативна цінність даних є вельми залежною від часу, затримка від виявлення ПО і до відображення інформації про її місцезнаходження на відеотерміналі є ключовим параметром продуктивності системи.

Затримка є прийнятною, звичайно, якщо вважається, що усі ІД у межах системи супроводжу-

ються часовими мітками. По суті, для систем оброблення радіолокаційних даних краще приймати з певною затримкою радіолокаційні потоки, що містять точну часову мітку, ніж швидко отримувати радіолокаційні потоки з невизначеною часовою міткою.

Щоб мати можливість ототожнювати повідомлення, які ідентифікують один й той ж ПО, але надходять до відповідного вузла різними маршрутами, а отже у різні моменти часу, потрібна розвинена система управління у часі. Крім того, потрібна точна синхронізація, бо всі дані реєструються з юридичних причин і час в цьому контексті полегшує стеження логічних причинно-наслідкових стосунків.

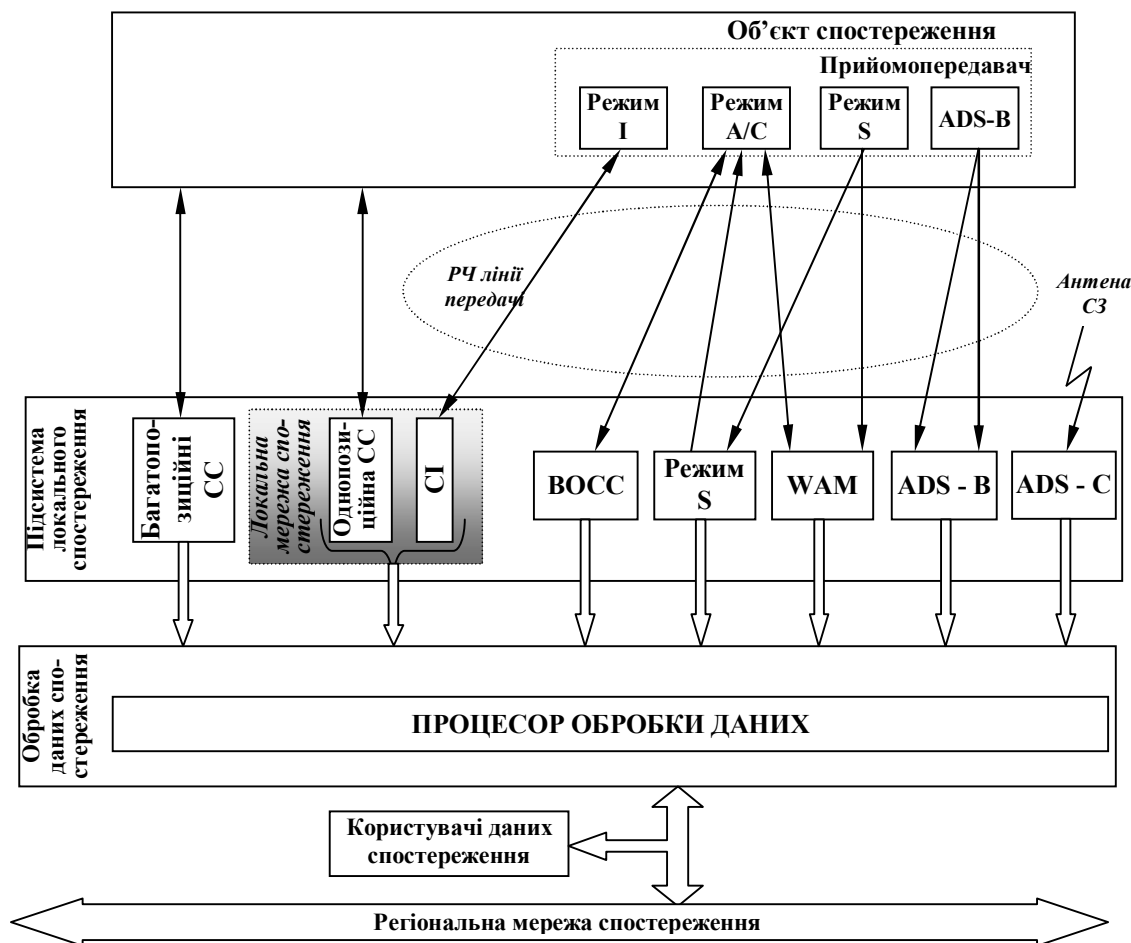


Рис. 2. Інформаційна модель спостереження повітряного простору

Головними цілями обміну даними спостереження (ОДС) є транспортування даних спостереження ІД від джерела до визначених споживачів за допомогою відповідної інфраструктури зв'язку на основі мереж.

Основним питанням наразі є забезпечення багатоадресного (групового) розповсюдження ІД від одного джерела поміж декількома споживачами. Таким чином, групове розповсюдження та маршрутизація є обов'язковими базовими функціями ОДС.

Під час ОДС можуть виконуватися й такі додаткові функції:

- збір даних від різноманітних (наземних і повітряних) джерел;
- локальне і глобальне розповсюдження даних спостереження (РДС);
- перевірка дійсності інформації, що надійшла;
- зміна маршрутизації;
- перетворення форматів даних прикладних протоколів;
- перетворення ДС (залежно від кінцевих систем, застосування та очікуваного рівня якості обслуговування);

- перетворення систем координат;
- підтримка декількох систем визначення часу;
- забезпечення здатності до швидкого відновлення;
- забезпечення функціональних можливостей системного управління (включно з управлінням мережним навантаженням);
- накопичення статистичних даних (може здійснюватися поза розповсюдження даних спостереження (РДС) та інших функцій);
- транспортування даних системного управління та контролю.

Все це дозволяє сформулювати вимоги до мережі даних спостереження:

- мережа повинна підтримувати передавання інформаційних потоків з потрібною якістю;
- мережа повинна підтримувати усі потрібні функціональні можливості;
- мережа нейтралізації несправностей повинна забезпечувати резервованість, а також розмаїття засобів.

Якісні вимоги до мережі ОДС передбачають:

- безпечну, надійну та вчасну доставку ДС;
- безпечну та надійну доставку даних контролю та управління;
- безперервну готовність;
- мінімальні взаємні впливи між вузлами мережі.

Потоки інформації СС поділяються на первинні (первинна обробка інформації СС) та поліпшені, тобто карта повітряної обстановки (дані, що продукуються процесором обробки даних, тобто вторинна та третинна обробка інформації СС).

Слід зазначити що сучасний стан розвитку інфраструктури зв'язку у СС характеризується все більшим використовуються розвинені мережні технології для цілей розповсюдження даних спостереження.

Розвиток систем контролю ПП характеризується:

- високим рівнем автоматизації процесів;
- глибокою інтеграцією ІТ-додатків;

- збільшенням складності ІТ-продуктів;
- зростанням обсягів їх упровадження в систему.

Серед ІТ-додатків котрі призначені для вдосконалення спостереження, зв'язку та передачі ДС слід зазначити обробку первинної інформації оглядових СС процесором обробки даних, що дозволить оптимізувати обробку сигналів та даних СС.

## Висновки

Підвищення надійності ІЗ користувачів системи контролю ПП неможливо без використання ІТ у процесі отримання, збору, обробки, зберігання й розповсюдження аеронавігаційних даних. Подальший розвиток систем контролю ПП характеризуватиметься високим рівнем автоматизації процесів, глибокою інтеграцією ІТ-додатків, збільшенням складності ІТ-продуктів і зростанням обсягів їх упровадження в зазначену систему.

## Список літератури

1. Агаджанов П.А. Автоматизация самолетовождения и управления воздушным движением / П.А. Агаджанов, В.Г. Воробьев, А.А. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1980. – 342 с.
2. Грачев В.В. Радиотехнические средства управления воздушным движением / В.В. Грачев, В.М. Кейн. – М.: Транспорт, 1975. – 237 с.
3. Фарина А. Цифровая обработка радиолокационной информации / А.Фарина, Ф.Студер. – М.: Радио и связь, 1993. – 319 с.
4. Lok J.J. C<sup>2</sup> for the air warrior // *Jane's International Defense Review*. – October 1999. – V.2. – P. 53-59.
5. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони / [Грачев В.В., Даник Ю.Г., Жуков С.А. і др.] – К.: МОУ, 2004. – 342 с.
6. Обод І.І. Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору / І.І. Обод, О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич. – Х.: ХНУРЕ, 2015. – 270 с.

Надійшла до редколегії 23.10.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.А. Серков, Національний технічний університет «ХП», Харків.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

А.С. Заволодько, А.И. Обод, В.А. Андрусевич

*В статье, на основе классификации систем наблюдения и совокупности основных требований к наблюдению, приводится информационная модель наблюдения воздушного пространства. Рассмотрены требования к передаче данных наблюдения, дополнительные функции при обмене данными наблюдения и сформулированы требования к сети данных наблюдения.*

**Ключевые слова:** системы наблюдения, информационная модель наблюдения воздушного пространства.

## INFORMATION MODEL FOR MONITORING OF AIRSPACE

G.E. Zavalodko, A.I. Obod, V.A. Andrysevich

*The article, based on the classification of surveillance and collection of basic requirements for monitoring, information model is the observation of the airspace. The requirements for the transfer of surveillance data, additional functions in the exchange of observational data and the requirements to network monitoring data.*

**Keywords:** surveillance systems, information model of surveillance of airspace.