

# Навігація та геоінформаційні системи

УДК 656.045

doi: 10.26906/SUNZ.2019.6.003

А. В. Федоров, Г. В. Худов, С. М. Ковалевський, Ф. Ф. Зоц, К. А. Тахьян

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна

## ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ MLAT ТА ПРИЙМАЧІВ ADS-B ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ

**Анотація.** Предметом статті є вивчення можливостей використання технологій MLAT та приймачів ADS-B для підвищення точності визначення координат повітряних об'єктів. **Метою** є підвищення точності визначення координат повітряних об'єктів за рахунок використання технології MLAT та системи приймачів ADS-B. **Завдання:** аналіз різницево-далекомірного алгоритму, пропозиції щодо реалізації технології мультилатерації з використанням приймачів ADS-B в інтересах радіотехнічних військ, стислий аналіз можливостей технології ADS-B, аналіз можливостей використання приймачів ADS-B для підвищення точності визначення координат повітряного об'єкта. Використовуваними **методами** є: методи радіолокації, методи теорії прийому та обробки сигналів, визначення координат повітряних об'єктів. Отримані такі **результати**. Визначено фактори, що впливають на точність визначення координат повітряних об'єктів. Встановлено можливість застосування технології автоматичного залежного спостереження та технології мультилатерації для підвищення точності визначення координат повітряних об'єктів. Визначено інтервали відхилення часових затримок в залежності від розташування повітряного об'єкта відносно системи приймачів для забезпечення похибки визначення координат, що не перевищуватиме 300 м. Визначена залежність похибки визначення положення повітряного об'єкта від кількості приймачів. **Висновки.** Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному. Встановлено, що перевагами використання технології MLAT та системи приймачів ADS-B для визначення координат повітряного об'єкта є зменшення похибки визначення положення повітряного об'єкта. Використання технології MLAT та системи приймачів ADS-B не потребує внесення значних змін до існуючих засобів радіолокації. В свою чергу, використання технології MLAT та системи приймачів ADS-B є додатковим джерелом отримання інформації про повітряну обстановку. В подальших дослідженнях пропонується використання технології MLAT та системи приймачів ADS-B на позиціях радіотехнічних підрозділів при веденні радіолокаційного контролю повітряної обстановки.

**Ключові слова:** ADS-B, MLAT, алгоритм, повітряна обстановка, залежне спостереження, контроль повітряного простору, координати, GPS.

### Вступ

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** З розвитком та модернізацією засобів повітряного нападу, а також зі зростанням інтенсивності повітряного руху в зоні відповідальності радіотехнічних підрозділів знаходиться велика кількість повітряних об'єктів (ПО) як цивільного так і військового призначення, що безумовно, ускладнює виконання завдань з ведення якісного та ефективного радіолокаційного контролю (РЛК) повітряної обстановки в зоні огляду радіолокаційних станцій (РЛС) радіотехнічних військ (РТВ).

Можливості існуючих радіолокаційних засобів (РЛС різних діапазонів) щодо здійснення РЛК та видачі радіолокаційної інформації (РЛІ) з підвищеними вимогами до точності визначення координат ПО дещо обмежені [1-3].

У цей час в управлінні повітряним рухом (УПР) широко застосовується технологія мультилатерації (MLAT). Сутність технології MLAT полягає в тому, що система з декількох приймачів (мінімум трьох) здатна вимірювати координати повітряного об'єкта, навіть за умов, коли ПО не передає в простір інформацію про своє місцезнаходження. В якості

приймачів системи MLAT використовуються приймачі ADS-B [4].

Сутність ADS-B полягає в тому, що ПО, що обладнані відповідними транспондерами, самостійно періодично випромінюють радіоповідомлення, які вміщують поточні параметри польоту. Для прийому даних ADS-B від ПО використовуються досить дешеві та малогабаритні радіоприймачі. Застосування таких приймачів в підрозділах РТВ дозволяє значно підвищити якість ведення радіолокаційного контролю простору. Зокрема з'являється можливість підвищення точності визначення координат та отримання додаткової інформації про ПО.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На теперішній час майже 99% ПО, які знаходяться у повітряному просторі, обладнані транспондерами ADS-B та працюють в системі вторинної оглядової радіолокації для управління повітряним рухом (Radar Beacon System (RBS)) [4]. Технологія ADS-B фактично є елементом режиму "S" системи RBS.

Автоматичне залежне спостереження (ADS-B) – це технологія коопераційного спостереження, в якій ПО визначає своє місцезнаходження через супутникову систему навігації та поширює його у простір. Цю інформацію можуть отримувати як наземні

станції органів УПР, так і інші повітряні судна, що дає змогу екіпажам бути більш ситуаційно обізнаними [3].

Технологія ADS-B може функціонувати в двох режимах: "ADS-B Out" та "ADS-B In" [5].

В режимі "ADS-B Out" через бортовий передавач поширюється інформація про точне місцезнаходження, висоту та швидкість ПО, а також інші данні з бортових систем ПО.

В режимі "ADS-B In" приймається інформація з каналів FIS-B (польотно-інформаційного сервісу) та TIS-B (інформацію про інший рух), а також інші данні ADS-B, такі як пряме спілкування з ПО, які перебувають поблизу.

В порівнянні з сучасними радіолокаційними засобами данні про поточне положення ПО, що визначаються системою ADS-B, мають суттєво вищу точність через те, що координати ПО визначаються бортовим GPS навігатором.

Дискретність передачі координатних даних (2 рази за секунду) також суттєво менше дискретності даних від радіолокаційних засобів. Значення швидкості та курсу в більшості випадків також беруться з бортових GPS навігаторів, але можуть братися і з іншого бортового обладнання. В більшості випадків значення висоти береться з барометричного висотоміру ПО [5].

Для визначення координат ПО, який не передає своїх координат, доцільно використовувати технологію MLAT. По суті це відомий різницево-далекомірний багатопозиційний спосіб визначення координат. Для його використання потрібно обробляти сигнали щонайменше від трьох приймачів, маючих просторовий рознос та точну синхронізацію часу. Точна прив'язка часу (до 50 нс) може здійснюватися за допомогою GPS приймачів.

Відомо, що основними факторами, які впливають на точність визначення координат ПО, є [2]:

- тактико-технічні характеристики приймачів;
- відстань між приймачами системи;
- геометрична побудова системи приймачів з використанням технології MLAT;
- синхронізація приймачів в системі.

Якість роботи системи з використанням технології MLAT, в основному, залежить від точності синхронізації приймачів системи.

Технологію MLAT використовує широко відомий Інтернет ресурс "FlightRadar" [6], де здійснюється обробка сигналів від тисяч ADS-B приймачів.

**Метою статті** є підвищення точності визначення координат ПО за рахунок використання технології MLAT та системи приймачів ADS-B.

### Постановка задачі та викладення матеріалів дослідження

На теперішній час розробці та впровадженню різницево-далекомірному алгоритму приділено досить багато уваги [7]. Правильна робота алгоритму є дуже значущою для ведення РЛК повітряного простору, так як від його якісного та точного функціонування в достатній мірі залежить точність визначення координати ПО, а, отже, з'являється можливість

отримувати більш детальну і точну інформацію про ПО, які знаходяться в зоні відповідальності радіолокаційних підрозділів.

**Сутність різницево-далекомірного алгоритму.** У повітряному просторі є об'єкт. Завданням є визначення його місця розташування (рис. 1).

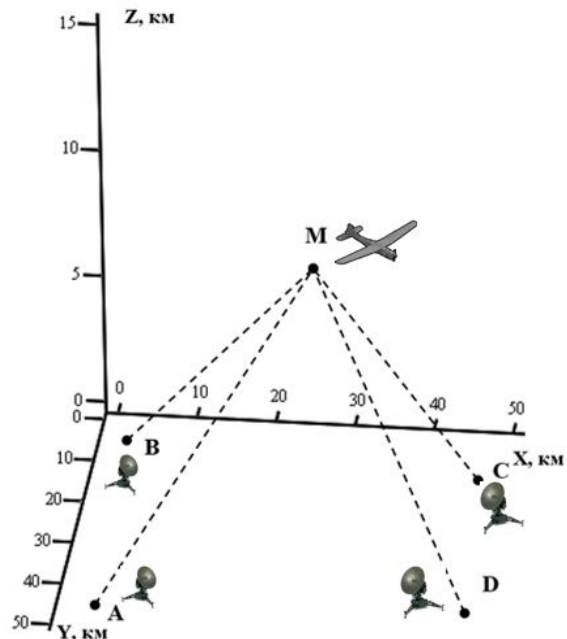


Рис. 1. Схема розміщення ПО в середині системи

На рис. 1 точкою M позначений об'єкт, точки A, B, C, D - наземні приймачі. Проведемо розрахунок відстаней від ПО до кожного з радіолокаторів. Різницево-далекомірний метод вимагає оцінки взаємних часових затримок поширення сигналу і передбачає синхронізований у часі прийом в декількох рознесених в просторі точках (приймачах). Для визначення різниці дальностей необхідно виміряти часові затримки між моментами приходу сигналів:

$$\begin{cases} \Delta R_{ij} = R_{iM} - R_{jM} = c \cdot (\tau_{iM} - \tau_{jM}) = c \cdot \Delta \tau_{ij}; \\ R_{iM} = \sqrt{(x_i - x_M)^2 + (y_i - y_M)^2 + (z_i - z_M)^2}; \\ R_{jM} = \sqrt{(x_j - x_M)^2 + (y_j - y_M)^2 + (z_j - z_M)^2}, \end{cases} \quad (1)$$

де  $\Delta R_{ij}$  - різниці відстаней між ПО і декількома приймачами, визначаються через вимірювання взаємних часових затримок поширення сигналів.

Далі знаходимо час приходу сигналу від літака до приймача за виразом (2):

$$t = R/c, \quad (2)$$

де  $c$  - швидкість поширення сигналу ( $c = 3 \cdot 10^8$  м/с).

Розрахуємо часові затримки приходу сигналу на приймач A за виразом (3):

$$\Delta t = t - t_{MA}, \quad (3)$$

де  $t$  - час приходу сигналу на приймачі B, C, D.

Припустимо, що є еталонне місце розташування об'єкта, тобто область, в межах якої він знаходиться. Проводиться розбивка області з деяким кроком, проводиться розрахунок набору часових затримок для кожної можливої точки розташування об'єкта [7].

Коли всі часові затримки обчислені, проводиться обчислення суми квадратів різниць часових затримок: з кожного елемента матриці часових затримок віднімається задана часова затримка, результат зводиться в квадрат. Потім обчислюється сума матриць квадратів різниць часових затримок за виразом (4):

$$dt_{m,i} = (\Delta t_{m,i_{MA-MC}} - \Delta t_{MA-MC})^2 + (\Delta t_{m,i_{MD-MC}} - \Delta t_{MD-MC})^2 + (\Delta t_{m,i_{MB-MC}} - \Delta t_{MB-MC})^2, \quad (4)$$

де  $\Delta t_{MA-MC}, \Delta t_{MD-MC}, \Delta t_{MB-MC}$  – часові затримки щодо приходу сигналу на радіолокатор А,

$\Delta t_{m,i_{MA-MC}}, \Delta t_{m,i_{MD-MC}}, \Delta t_{m,i_{MB-MC}}$  – розраховані матриці часових затримок.

Мінімальній сумі квадратів різниць буде відповідати найбільш точне місце розташування об'єкта.

Водночас не слід забувати про присутність в реальному середовищі різних шумів та їх вплив на точність визначення координат ПО. Розглянемо вплив адитивного шуму, при якому часові затримки будуть відрізнятися на випадкові величини, задані нормальним розподілом. Змінюючи середньоквадратичне відхилення випадкової величини нормального розподілу, розглядаємо похибки визначення координат.

Розглянемо три варіанти розміщення ПО відносно приймальних станцій. Для випадку, коли об'єкт знаходиться всередині системи (рис. 1), побудуємо графік залежності похибки координат від середньоквадратичного відхилення випадкової шумовий поправки. Графік наведено на рис. 2.

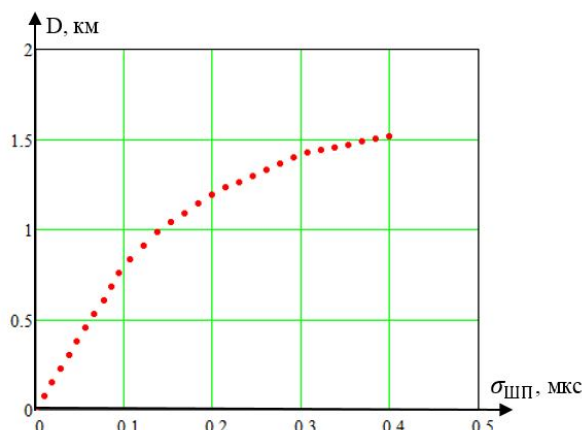


Рис. 2. Графік залежності похибки координат від середньоквадратичного відхилення випадкової шумовий поправки

З рис. 2 робимо висновок, що відхилення часових затримок на 0.14 мкс здатне викликати похибку

у визначенні координат практично на 1 км. Якщо прийняти за допустиму похибку визначення координат 300 м, то робимо висновок, що в ситуації, коли ПО знаходиться всередині системи, допускається відхилення часових затримок приблизно на 0.04 мкс.

Розглянемо інші випадки розташування ПО щодо різницево-далекомірної системи. Для випадку знаходження об'єкта на краю системи (рис. 3) побудований аналогічний графік, він представлений на рис. 4.

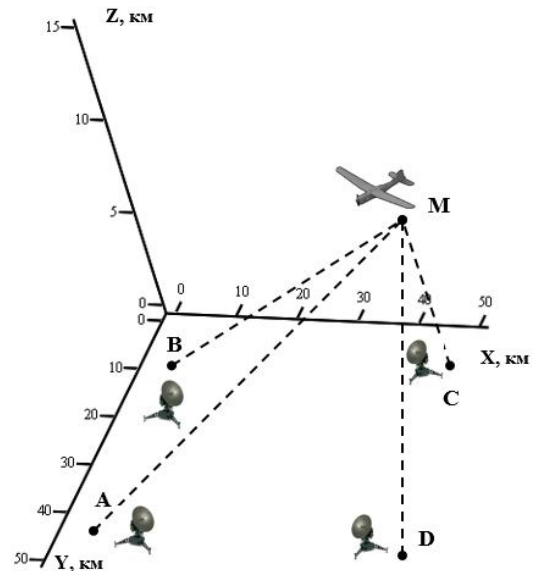


Рис. 3. Схема розміщення ПО на краю системи

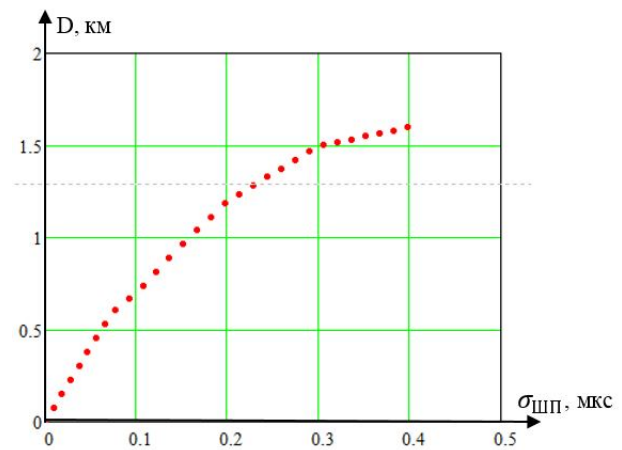


Рис. 4. Графік залежності похибки координат від середньоквадратичного відхилення випадкової шумовий поправки

У разі, коли ПО знаходиться на краю системи, допускається поправка в часових затримках порядку 0.05 мкс, що відповідає 300 м похибки у визначенні координат.

Проведемо дослідження для знаходження місця розташування ПО за межами системи радіолокаторів. Така схема розміщення показана на рис. 5. Графік залежності похибки координат від середньоквадратичного відхилення випадкової шумовий поправки наведено на рис. 6.

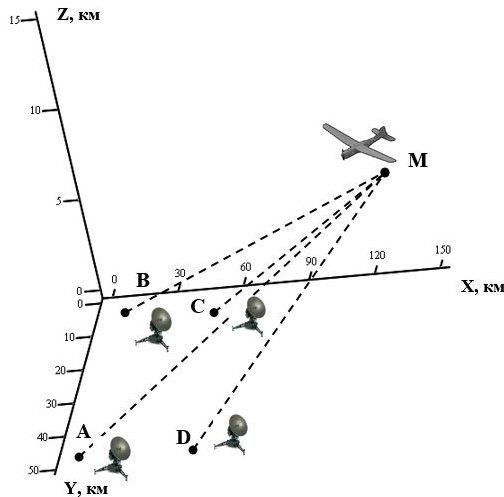


Рис. 5. Схема розміщення ПО на краю системи

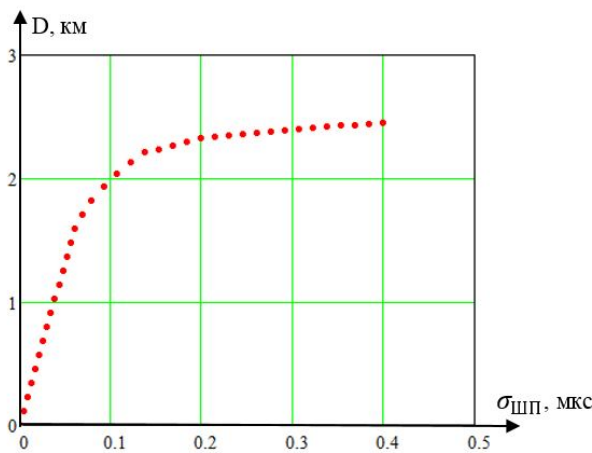


Рис. 6. Графік залежності похибки координат від середньоквадратичного відхилення випадкової шумової поправки

Слід зауважити, що похибки визначення координат навіть при невеликих середньоквадратичних відхиленнях випадкових поправок досить високі. Для того, щоб похибка визначення координат не перевищила 300 м, необхідно, щоб відхилення часових затримок не була більше 0.02 мкс у випадку з ПО, що знаходяться на межах даної системи.

Таким чином, в реальних умовах на визначення координат з достатньою точністю впливає не тільки шумовий компонент, але і розташування об'єкта щодо системи радіолокаторів. Алгоритм розрахунку координат ПО наведено на рис. 7.

Розглянемо кожен з етапів обробки сигналів докладніше: На першому етапі виявлення сигналів полягає у виявленні преамбули. Для знаходження преамбули використовується функція взаємної кореляції між прийнятим і опорним сигналом. На другому етапі (розпізнавання ПО) проводиться декодування інформації. Визначається номер борту ПО та інші дані. На третьому етапі визначаються часові затримки. Визначення часових затримок проводиться виміром моменту приходу сигналу на приймачі. Вимірювання моментів приходу можна зробити за допомогою алгоритму взаємної кореляційної обробки прийнятих сигналів.

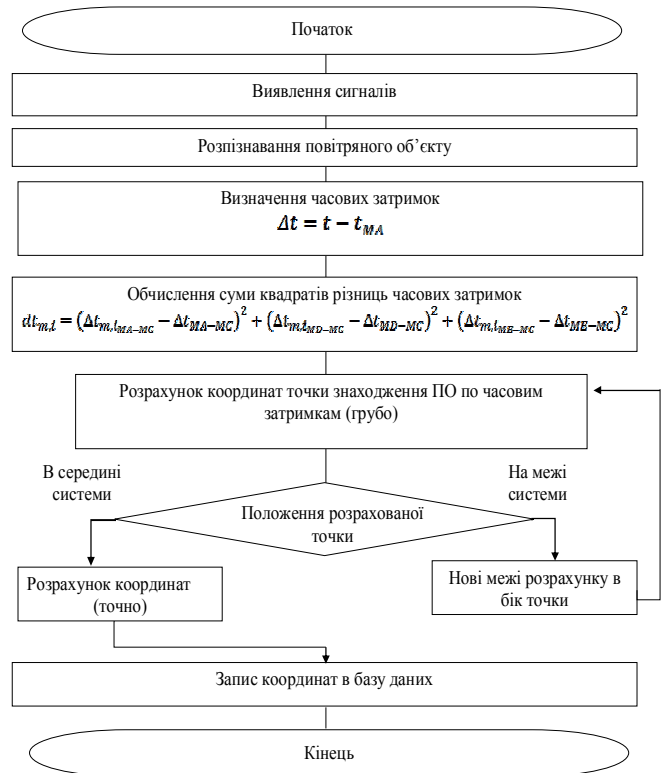


Рис. 7. Алгоритм розрахунку координат ПО

Реалізація різницево-далекомірною методу вимагає точної синхронізації часу у всіх пунктах системи [8].

На четвертому етапі проводиться розрахунок координат ПО з грубим кроком з метою визначення положення ПО відносно розташування приймачів системи. Положення розрахованої точки (місця знаходження ПО) в результаті грубого розрахунку знаходиться або всередині системи, або на краю системи. Тоді приймається рішення: при знаходженні всередині системи виконується розрахунок з дрібним кроком, якщо розрахована точка на краю - провести ітерацію в сторону знаходження точки.

На п'ятому етапі відбувається запис інформації в базу даних – координати записуються в базу даних з відповідними поточними моментами часу. Записані координати згодом можуть використовуватися для передбачення майбутніх координат.

Представлений алгоритм оцінки координат ПО передбачає пошук мінімуму розбіжностей розрахункових і експериментально отриманих взаємних затримок сигналів.

Розроблена модель процесу оцінки координат ПО по часових затримках показала працездатність запропонованого алгоритму і дозволила провести дослідження впливу шумової компоненти на точність визначення координат. Адитивний шум впливає на величину часових затримок, а, отже, на точність визначення координат ПО різницево-далекомірним методом. Для визначення координат з точністю не гірше 300 метрів середньоквадратичної похибки максимально допустиме відхилення виміряних часових затримок від ідеальних (теоретичних) має становити не більше 0.03 мкс.

**Використання приймачів ADS-B для підвищення точності визначення координат повітряного об'єкта.** Для визначення координат ПО яке не передає своїх координат можна використовувати технологію MLAT (Multilateration). В якості приймачів, для підвищення точності визначення координат ПО запропоновано використовувати приймачі ADS-B. Технологія MLAT використовується з уже існуючим обладнанням РЛС і не потребує додаткової бортової апаратури. Вона не тільки гарантує високу точність визначення місця розташування і траєкторії, яку можна порівняти з моноімпульсними вторинними оглядовими радіолокаторами, але і представляє такі нові характеристики, як більш висока точність, швидкість оновлення і 3D стеження. В основу роботи технології MLAT покладено відомий різницево-далекомірний метод визначення координат ПО. Точна прив'язка часу (до 50 нс) може здійснюватися за допомогою GPS приймачів.

На рис. 8 схематично зображено реалізацію різницево-далекомірного методу для визначення похибки місцезнаходження ПО відносно його реально розташування.

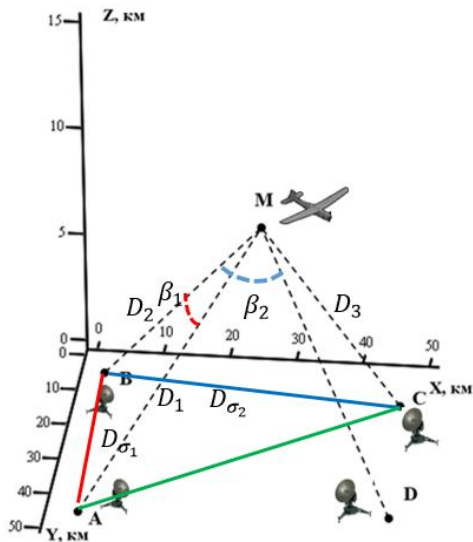


Рис. 8. Реалізація різницево-далекомірного методу

При реалізації різницево-далекомірного методу вимірюваними параметрами є часові затримки  $\Delta\tau_1(c), \Delta\tau_2(c), \Delta\tau_3(c)$  поширення сигналу від ПО не менше ніж до трьох базових станцій системи, а параметрами, що розраховуються, – дальності від приймачів до місця знаходження ПО  $D_3 = 3 \cdot 10^5 \times D_1 = 3 \cdot 10^5 \cdot \Delta\tau_1(км), D_2 = 3 \cdot 10^5 \cdot \Delta\tau_2(км), \times \Delta\tau_3(км)$  та базові кути  $\beta_1$  та  $\beta_2$ .

При відстанях між базовими станціями  $D_{\sigma_1}(км), D_{\sigma_2}(км), D_{\sigma_3}(км)$  відомій похибці вимірювання часових інтервалів  $\sigma_\tau(c)$ , (рівної для кожного приймача в пунктів прийому), розрахованих дальностях  $D_1, D_2$  та  $D_3$  базові кути є такими:

$$\beta_1 = \arccos \left[ \frac{\left( (D_1)^2 + (D_2)^2 - (D_{\sigma_1})^2 \right)}{2D_1D_2} \right]; \quad (5)$$

$$\beta_2 = \arccos \left[ \frac{\left( (D_1)^2 + (D_2)^2 - (D_{\sigma_2})^2 \right)}{2D_1D_2} \right]. \quad (6)$$

Дальності від пункту прийому сигналу до ПО розраховуються таким чином:

$$D_i = \sqrt{(x_0 - x_M)^2 + (y_0 - y_M)^2 + (z_0 - z_M)^2}, \quad (7)$$

де  $x_0, y_0, z_0$  – координати  $i$ -го приймача,  $x_M, y_M, z_M$  – координати ПО.

Похибка визначення положення ПО відносно його реального місце знаходження  $\sigma_n$  визначається як

$$\sigma_n = \frac{1,5 \cdot 10^5 \cdot \sigma_\tau \sqrt{\sin^2(0,5 \cdot \beta_1) + \sin^2(0,5 \cdot \beta_2)}}{\sin[0,5(\beta_1 - \beta_2)] + \sin(0,5 \cdot \beta_1) \cdot \sin(0,5 \cdot \beta_2)}. \quad (8)$$

Вихідні дані для розрахунків (рис. 9):

$\sigma_\tau = 0,07 \cdot 10^{-6}$  мкс - похибка вимірювання часових інтервалів для кожного приймача (зумовлена точність системи GPS); M (30; 30; 10) – координати ПО; A(5; 45; 0), B(5; 5; 0), C(50; 10; 0), D(50; 45; 0) – координати приймачів;  $D_{\sigma_1} = 40км, D_{\sigma_2} = 45км$  – відстані між базовими станціями.



Рис. 9. Залежність похибки визначення положення ПО від кількості приймачів

### Висновки і напрямки подальших досліджень

Результати розрахунків (рис. 9) засвідчують, що похибка вимірювання координат зменшується зі збільшенням кількості приймачів в системі. Разом з тим використання більш ніж чотирьох приймачів не доцільне.

Проведені розрахунки показали, що застосування технології MLAT та використання в системі приймачів ADS-B може зменшити похибку вимірювання координат практично до 75 метрів. Проте дані розрахунки проводились з урахування перебування ПО в середині системи та без врахування впливу шумів, атмосфери, та інших факторів, що можуть здійснювати вплив на точність визначення координат ПО. Крім того, велике значення при визначенні точності координат ПО має синхронізація приймачів на кожному пункті прийому.

Точність визначення координат ПО залежить від низки факторів [9-12]:

- тактико-технічні характеристики РЛС (ширина діаграми спрямованості, відношення сигнал-шум та ін.);
- погодні умови;
- рельєф місцевості;
- інструментальні помилки РЛС (неточність орієнтування антени, помилками оператора при візуальному зніманні азимута цілей;
- якісне проведення регулярного і своєчасного юстування РЛС;

- точна синхронізація приймачів системи;
- геометричне розташування ПО відносно приймачів системи.

Використання технології MLAT та приймачів системи ADS-B на позиціях радіотехнічних підрозділів дасть змогу зменшити допустиме відхилення виміряних часових затримок. Це зумовлено насамперед тим, що точність приймачів ADS-B визначається точністю визначення координат в системі GPS.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Fewell M. P. Area of common overlap of three circles / M. P. Fewell // Maritime operations divisions defences science and technology organization. – 2006. – P. 1–30.
2. Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск / В. Н. Тяпкин, А. Н. Фомин, Е. Н. Гарин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Тяпкина. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – 536 с.
3. Маляренко А. С. Системи вторинної радіолокації для управління повітряним рухом та державного впізнання / А. С. Маляренко. – Х.: ХУПС, 2007. – 78 с.
4. Standards of USA "RTCA DO-260B. Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B)". – Washington, 2009. – 185 p.
5. Лещенко С. П. Використання інформації ADS-B в інтересах підвищення якості ведення радіолокаційної розвідки повітряного простору / С. П. Лещенко, О. М. Колесник, С. А. Грицаєнко, С. І. Бурковський // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХНУПС, 2017. – № 3(28). – С. 69–75.
6. Flightradar24 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [www.flightradar24.com](http://www.flightradar24.com).
7. Болотов А. Ю. Разработка алгоритмов разностно-дальномерной обработки сигналов управления воздушным движением / А. Ю. Болотов // Современные научные исследования и инновации. – Воронеж: ВГТУ, 2016. – № 4(60). – С. 85–95.
8. Федоров А. В. Метод синхронізації системи приймачів ADS-B при веденні радіолокаційного контролю повітряної обстановки з використанням технології MLAT / А. В. Федоров, Г. В. Худов, Б. В. Бакуменко, К. А. Тахьян, С. М. Ковалевський // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава : ПНТУ, 2019. – Вип. 4 (56). – С. 9–12.
9. Коваленко А. А. Методи синтезу інформаційної та технічної структур системи управління об'єктом критичного застосування / Коваленко А. А., Кучук Г. А. // Сучасні інформаційні системи. – 2018. – Т. 2, № 1. – С. 22–27. – DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.1.04>
10. Вибір способу формування цифрового коду азимутального положення антени в оглядових РЛС "старого" парку / О. А. Малишев, М. Р. Арасланов, О. М. Піскун, Є. С. Чекіров // Системи озброєння і військова техніка. – 2018. – № 1(53). – С. 175–182.
11. Ширман Я. Д. Теоретические основы радиолокации / Я. Д. Ширман. – М.: Сов. радио, 1970. – 560 с.
12. Федоров А. В. Метод юстування радіолокаційної станції радіотехнічних військ з використанням технології автоматичного залежного спостереження / А. В. Федоров, Г. В. Худов, О. В. Сова // Системи управління, навігації та зв'язку. — Полтава : ПНТУ, 2019. — Вип. 2 (54). — С. 155–158.

Received (Надійшла) 18.10.2019

Accepted for publication (Прийнята до друку) 27.11.2019

### Evaluation of the possibilities of using MLAT technology and ADS-B receivers to increase the accuracy of determining the coordinates of air objects

A. Fedorov, H. Khudov, S. Kovalevskiy, F. Zots, K. Tahyan

**Abstract.** The subject of study is the possibilities of MLAT technologies and ADS-B receivers usage to increase the accuracy of determining the coordinates of air objects. **The aim** is to increase the accuracy of determining the coordinates of air objects through the MLAT technology and the ADS-B receiver system usage. **The purposes:** analysis of the variate-difference method, proposals for the implementation of multilateration technology using ADS-B receivers in the interests of radar troops, a brief analysis of the capabilities of ADS-B technology, analysis of the possibilities of using ADS-B receivers to improve the accuracy of determining the coordinates of an air object. The used **methods** are: radar methods, methods of the theory of reception and processing of signals, determining the coordinates of air objects. The following **results** are obtained. The factors affecting the accuracy of determining the coordinates of air objects are determined. The possibility of using the technology of automatic dependent observation and multilateration technology to improve the accuracy of determining the coordinates of air objects is established. The intervals of deviation of time delays are determined depending on the location of the air object relative to the receiver system to ensure that the positioning error will not exceed 300 m. The dependence of the determining the position error of an air object on the number of receivers is determined. **Conclusions.** The scientific novelty of the results is as follows. It was estimated that the advantages of using MLAT technology and the ADS-B receiver system to determine the coordinates of an air object is to reduce the positioning error of an air object. The use of MLAT technology and the ADS-B receiver system does not require significant changes to existing radar systems. In turn, the use of MLAT technology and the ADS-B receiver system is an additional source of information about the air situation. Further studies suggest the use of MLAT technology and the ADS-B receiver system at the positions of the radioelectronic units in the course of conducting radar control of the air situation.

**Keywords:** ADS-B, MLAT, algorithm, air environment, dependent surveillance, airspace control, coordinates, GPS.