

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ДАЛЬНІСНИХ ПОРТРЕТІВ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ ОПЕРАТИВНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ

В статті розглядаються питання призначення радіолокаційного розпізнавання, огляд відповідних ознак для виміру радіолокаційного дальнісного портрету повітряного об'єкта, шляхи зростання інформативності ознакового простору для збільшення ефективності розпізнавання повітряних об'єктів в умовах обмеженого часу при використанні апаратних засобів.

Ключові слова: радіолокаційне розпізнавання, повітряний об'єкт, радіолокаційний дальнісний портрет, ознаковий простір, локальне джерело сигналу.

Вступ. Аналіз стану сучасного розвитку систем радіолокаційного розпізнавання призначених для автоматичного розпізнавання класів виявлених радіолокаційними станціями (РЛС) огляду, або супроводжуваних (РЛС супроводу) об'єктів в результаті прийому і обробки сигналів і радіолокаційної інформації в умовах обмеженого часу, підвищення ймовірності їх правильного розпізнавання є актуальною науково-технічною проблемою [1-13].

Вирішення даної проблеми можливе за рахунок використання пристрою здатного збільшити інформативність ознакового простору при рішенні задачі розпізнавання повітряних об'єктів.

Метою даної роботи є розгляд побудови структурної схеми та принципу роботи пристрою здатного збільшити ознаковий простір вимірюваного вторинного випромінювання повітряних об'єктів (ПО) для підвищення ймовірності їхнього розпізнавання.

Аналіз відповідної літератури [1, 4-11] показав, що використання систем розпізнавання в РЛС огляду та управління зброєю забезпечить можливість: виявляти задум супротивника, визначати основні групи цілей у складі ударного угруповання; виключити пуски своїх ракет по хибним цілям; оцінювати небезпеку цілі, яка супроводжується та призначати відповідний тип і кількість ракет для її знищення.

Рішення тільки другого завдання (виняток пуску ракет по помилковим цілям) у разі прикриття супротивником кожної бойової цілі десятьма помилковими цілями, приблизно в 9 разів збільшує ефективної бойової роботи [6]. Робота з класифікації цілей має починатися задовго до початку бойових дій і продовжуватися весь час підготовки і ведення протиповітряного бою.

Перший етап класифікації повітряних об'єктів полягає в попередній класифікації з усіх засобів повітряного нападу (ЗПН) супротивника, що знаходяться на озброєнні, тільки тих, котрі можуть бути використані на даному театрі воєнних дій, у даному районі і т.ін. У результаті попереднього аналізу мають бути відібрані такі ЗПН, поява яких буде найбільш ймовірна, виявлені можливі напрямку їх польоту і маршрути, райони корекції крилатих ракет, інші апріорні дані.

В активній радіолокації, як додаткову інформацію про ПО, що розпізнається, використовують характеристики вторинного випромінювання цілей в дальній зоні РЛС. Такі характеристики, як правило, залежать від багатьох факторів до числа основних, з них, можна віднести [1, 2] такі як: орієнтація ПО у повітряному просторі; параметри руху та її геометричні розміри; типи встановлених на ній двигунів і режими їхньої роботи; параметри вібрації корпусу; характеристики зондувального сигналу; способи обробки прийнятих сигналів і т.ін.

Застосування надрозрізняючих алгоритмів, зокрема алгоритмів цифрового спектрального аналізу (ЦСА) дозволяє одержати радіолокаційні дальнісні портрети (РЛДП) ПО і тим самим поповнити простір ознак додатковим інформативним набором, таким як: довжина РЛДП; кількість максимумів, що знаходяться на його поверхні (відображень від локальних джерел (ЛД)); відстань між цими максимумами; коефіцієнт кореляції між

виміряним і еталонними РЛДП, що зберігаються у довгостроковій пам'яті системи розпізнавання (ДПСР).

Інформація, що використовується при розпізнаванні, міститься в сукупності прийнятих радіолокаційних сигналів. Однак найчастіше використовують виміряні ознаки ПО, які на етапі розпізнавання порівнюють з відомими (еталонними) ознаками.

Ознаки радіолокаційного розпізнавання (РЛР) розділяють по їх фізичній природі на траєкторні і сигнальні.

Траєкторні ознаки - це параметри траєкторій ПО, обумовлені їхніми тактико-технічними характеристиками.

Сигнальні ознаки мають відмінність для активної і пасивної, однопозиційної й багатопозиційної локації.

Сигнальні ознаки активної однопозиційної локації звичайно класифікують за типом сигналів, які використовуються при зондуванні ПО. Розрізняють ознаки: при вузькосмуговому та широкосмуговому зондуванні; при багаточастотному і багатодіапазонному зондуванні.

Широкосмуговий сигнал, на відміну від вузькосмугового, забезпечує погоджене розрізнення елементів ПО по дальності.

При широкосмугових зондувальних сигналах (із суцільним спектром), а в ряді випадків і при багаточастотних сигналах (з дискретним спектром) вдається розрізнити елементи цілей уздовж лінії візування і спостерігати їхні РЛДП.

Експеримент, проведений у 1999 р. [4, 7] групою харківських дослідників, показав можливість виміру в безлуновій камері РЛДП макетів ПО і розрізнення їх за довжиною. Однак різні ПО можуть мати однакову довжину РЛДП. Тому важливо мати додаткові ознаки для більш ймовірного розпізнавання. Пристрій, запропонований у даній роботі, вимірює крім довжини РЛДП, додаткові інформативні ознаки розпізнавання, а саме кількість максимумів РЛДП ПО.

Для будь-яких пристроїв, що працюють у реальному часі, необхідний пошук шляхів, що скорочують час обробки прийнятої інформації і видачу результатів обробки. Зменшення обчислювальних витрат, зв'язаних з виміром довжини РЛДП і кількості максимумів, що знаходяться на ньому, бажано реалізувати апаратно. Використання відомих цифрових вимірників часових параметрів сигналів простої форми для рішення розглянутої задачі обмежується наступними особливостями РЛДП [1]: наявністю в напрузі що огинає РЛДП западин із глибиною до 100% від напруги головного максимуму; істотне перекручування вхідного сигналу за рахунок впливу шумів; значною відмінністю амплітуд локальних джерел (ЛД) випромінювання у РЛДП ПО; широким діапазоном зміни довжини і форми РЛДП ПО.

У роботі [1] розглянуті оптимальні вимірники РЛДП, що є вимірниками кореляційного типу, які відрізняються складністю технічної реалізації і володіють низькою швидкістю. Поряд з цим, також відзначені двостробовий, та двопороговий вимірники РЛДП, що мають обмеженість функціональних можливостей, а саме не забезпечують одержання оцінок інших, крім довжина РЛДП характеристик, таких як формування оцінок часового положення глобального максимуму, що не дозволяє одержувати оцінки коефіцієнтів форми РЛДП.

Один із можливих варіантів технічної реалізації швидкодійного обчислювача протяжності РЛДП і кількості його максимумів приведений на рис. 1 а. Часові діаграми, що пояснюють принцип його роботи, приведені на рис. 1 б.

До складу основних блоків даного пристрою входять: оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП), ключ (К), граничний пристрій (ГП), перетворювач часових інтервалів у код (ПЧК), два реєстри, що здвигують інформацію (Рг1, Рг2), компаратор (КП), лічильник (ЛЧ), і два буфери пам'яті (Рг3, Рг4).

На рис. 1(б) позначені:

- $U_{\text{РЛДП}}$ - обмірюваний РЛДП ПО у спектральній області;
- $U_{\text{пор}}$ - граничний рівень;

- F_T - тактова частота;
- U_{Π} і U_K - імпульси початку і кінця виміру довжини РЛДП;
- $L_{\text{РЛДП}}$ - довжина РЛДП;
- K_{max} - кількість максимумів, що знаходяться на РЛДП.

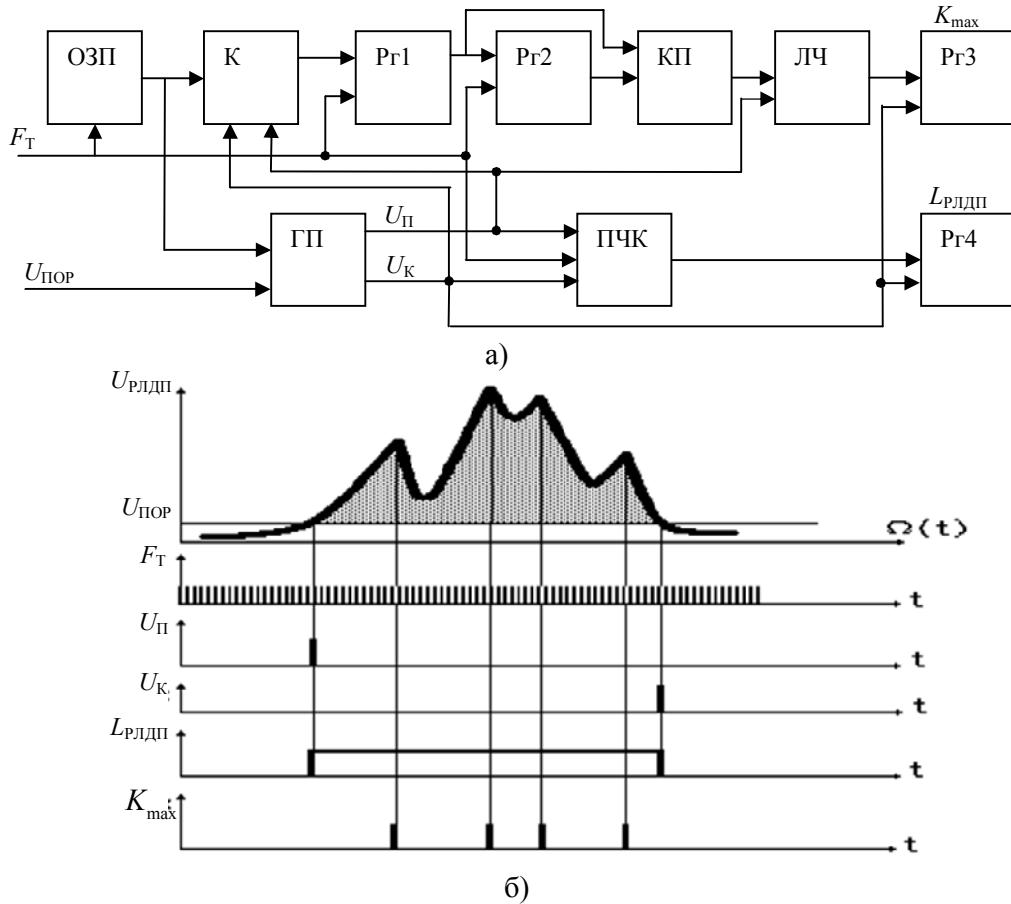


Рис. 1. Цифровий вимірник протяжності та максимумів РЛДП:
а - структурна схема; б - часові діаграми роботи.

Робота пристрою виміру довжини РЛДП і кількості його максимумів здійснюється наступним чином. З ОЗП виміряні значення РЛДП одночасно надходять на ключ К та на один із входів граничного пристрою, виконаного для підвищення швидкодії і точності порівняння (зменшення помилок квантування) на аналоговому компараторі. На інший вхід ГП надходить граничний рівень $U_{\text{пор}}$. Рівень $U_{\text{пор}}$ вибирається таким чином, щоб його значення перевищувало амплітуду шумів.

При перевищенні сигналом значення $U_{\text{пор}}$ на першому виході ГП буде сформований імпульс початку виміру U_{Π} . Цей імпульс переводить лічильник кількості максимумів РЛДП у нульовий стан, а також надходить на ключ К і відкриває його. Дискретні значення РЛДП із кожним тактовим імпульсом F_T надходять з виходу ОЗП через відкритий ключ на здвигаючий регістр $\text{Pr}1$, у який заносяться дискретні значення РЛДП ПО $U_{\text{РЛДП}(i)}$.

З приходом чергового тактового імпульсу F_T виробляється запис нового дискретного значення РЛДП $U_{\text{РЛДП}(i)}$ у $\text{Pr}1$, при цьому попереднє значення $U_{\text{РЛДП}(i-1)}$ заноситься в $\text{Pr}2$.

У такий спосіб на вхід компаратора КП надходять два рознесених за часом значення $U_{\text{РЛДП}(i-1)}$ і $U_{\text{РЛДП}(i)}$. При першому перевищенні значення $U_{\text{РЛДП}(i-1)}$ над значенням $U_{\text{РЛДП}(i)}$ на

виході компаратора з'являється імпульс, що відповідає першому максимуму РЛДП. Процес виявлення чергового максимуму РЛДП повторюється. Імпульси, що відповідають наступним максимумам РЛДП, будуть з'являтися на виході компаратора КП тоді, коли буде виконана умова

$$U_{\text{РЛДП}(i)} < U_{\text{РЛДП}(i-1)}.$$

Підрахунок кількості імпульсів відповідних кількості максимумів РЛДП здійснюється за допомогою лічильника ЛЧ.

Вимір довжини РЛДП здійснюється блоком ПЧК, у якому відбувається підрахунок імпульсів F_T в інтервалі між імпульсами початку (U_n) і кінця виміру (U_k). Імпульси U_k формуються граничним пристроєм ГП на другому його виході тоді, коли граничне значення перевищить значення сигналу.

Отримані результати вимірів довжини РЛДП ($L_{\text{РЛДП}}$) і кількості його максимумів (K_{max}) за імпульсом U_k заносяться в комірки пам'яті Pг4 і Pг3 відповідно.

Надалі результати обчислень додаткових ознак розпізнавання $L_{\text{РЛДП}}$ і K_{max} надходять на обробку в систему розпізнавання.

Висновки. Таким чином, за рахунок схемотехнічного рішення задачі виміру довжини РЛДП ПО і кількості максимумів на його поверхні мається принципова можливість істотно скоротити обчислювальні витрати при рішенні задачі розпізнавання класу ПО у реальному часу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Небабин В.Г. Методы и техника радиолокационного распознавания. / В.Г. Небабин, В.В. Сергеев М.: Радио и связь, 1984. 184 с.
2. Киселев Н.В. Методы построения систем распознавания и классификация негауссовых сигналов. / Киселев Н.В. // Итоги науки и техники, сер. "Радиотехника", 1990, Т.40.
3. Митрофанов Д.Г. Распознавание воздушных целей за счет измерения их пространственной протяженности / Д.Г. Митрофанов, В.П. Ермоленко // Зарубежная радиоэлектроника. - 1996. - №1.
4. Наконечный В.С. Спосіб виміру радіолокаційних дальнісних портретів макетів повітряних цілей в безлунових камерах, при використанні ЛЧМ зондую чого сигналу, для рішення задачі розпізнавання їх класів. Системи обробки інформації / В.С. Наконечний, С.В. Орехов, К.В. Садовий. - Х.: ХУПС - 2005 – Вип..1. С. 33–40.
5. Рассеяние электромагнитных волн воздушными и наземными радиолокационными объектами: монография / О.И. Сухаревский, В.А. Василец, С.В. Кукобко и др.; Под ред. О.И. Сухаревского. – Х.: ХУПС, 2009. – 468 с.
6. <http://www.kbradar.by/text/pages-view-15.html>
7. Наконечный В.С. Электродинамическое моделирование с использованием безэховых камер СВЧ. Методика оценки коэффициента безэховости / В.С. Наконечный, А.Е. Присяжный, А.А. Побережный. // 36. Наук. Пр. ХУПС. - Харків, Вип. 9(49). - (2005) - С. 116-123.
8. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торопчин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пашенко та ін. – К.: МО України. Х.: ХВУ, 2003. – 368 с.
9. 1-й Международный радиоэлектронный Форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ-2002. Сборник научных трудов. Ч.1. – Харьков: АН ПРЭ, ХНУРЭ. 2002.–576с.
10. О первых отечественных исследованиях по сверхширокополосной радиолокации / Ширман Я.Д., Алмазов В.Б., Голиков В.Б., и др. // Радиотехника и электроника. - 1991. - №1.
11. Саблин В.Н. Разведывательно-ударные комплексы и радиолокационные системы наблюдения земной поверхности / Саблин В.Н. - М.: Радиотехника, 2002. - с. 258.
12. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учеб.для радиотех. спец.вузов. / Сазонов Д.М.- М.: Высш. шк., 1988.-432с.
13. Мицмахер М.Ю. Безэховые камеры СВЧ / М.Ю. Мицмахер, В.А. Торгованов.- М.: Радио и связь 1982.- 128 с.

Надійшла: 27.03.2013 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Розорінов Г.М.