Розвиток, бойове застосування та озброєння радіотехнічних військ

УДК 355.40

DOI: 10.30748/nitps.2020.41.13

А.В. Кобзєв, А.С. Риб'як, М.В. Мурзін

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

СПОСІБ РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПІВ ТРЬОХКООРДИНАТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ ОГЛЯДОВОГО ТИПУ ЗАСОБАМИ ПОВІТРЯНОЇ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ

Розглядаються способи розпізнавання типів оглядових радіолокаційних станцій в станціях повітряної радіотехнічної розвідки на основі використання апріорних відомостей про параметри огляду простору радіолокаційних станцій. Розпізнавання базується на аналізі вимірних первинних параметрів зондуючих сигналів, а саме періодичних моментів опромінення станції радіотехнічної розвідки, діапазону робочих частот, тривалості зондуючих імпульсів та ін. Аналізуючи ці параметри, можливо однозначно визначити тип джерела випромінювання. Розглядається теоретичні аспекти алгоритму розпізнавання, що засновано на перекритті густин розподілу параметрів відношення правдоподібності.

Ключові слова: *повітряна радіотехнічна розвідка, апріорні дані, параметри сигналів, розпізнавання, трьохкоординатні радіолокаційні станції, огляд простору.*

Вступ

Постановка проблеми. При веденні радіотехнічної розвідки (РТР) отримання інформації про тип спостережуваного джерела радіовипромінювання є однією з найбільш важливих задач [1–9]. Основою вирішення задачі розпізнавання є результати вимірювання параметрів прийнятих сигналів, що називаються ознаками розпізнавання. При цьому обираються такі ознаки розпізнавання для конкретних типів джерел радіовипромінювання (ДРВ), які мають найбільші відмінності серед них. Основними об'єктами повітряної РТР є наземні радіолокаційні станції (РЛС) систем протиповітряної оборони противника з імпульсним випромінюванням [1–3]. Найбільше практичне використання у задачі розпізнавання знайшли такі ознаки, як тривалість і період повторення імпульсів, діапазон робочих частот та параметри огляду простору.

Спочатку визначимо методи і параметри огляду простору в таких РЛС, відомості про які дозволяють добувати нову інформацію при веденні повітряної РТР. Існують типи РЛС, у яких яскраво виражені такі відмінності, як огляд простору у кутомірній площині. До таких типів відносяться трьохкоординатні РЛС оглядового типу [10–13]. У цих РЛС для вимірювання третьої координати (куту місця або висоти) реалізовані різні методи огляду простору у вертикальній площині. При цьому принципи огляду простору у вертикальній площині, як правило, апрі-

орно відомі та суттєво відрізняються один від одного. Саме ці відмінності можливо використовувати для розпізнавання вказаних типів РЛС. Питання, що розглядаються у статті, стосуються, в основному, отримання інформації про трьохкоординатні РЛС оглядового типу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методи вирішення задач розпізнавання у засобах повітряної розвідки викладено у ряді публікацій [1–2; 6; 14–19], серед яких потрібно виділити такі роботи [1–2; 6]. У цих роботах описано основні принципи та алгоритми розпізнавання за допомогою вимірювання наступних параметрів ДРВ: робочої частоти, частоти повторення імпульсів, тривалості імпульсів та кількості оборотів антени. Розглядаються залежності середньої ймовірності розпізнавання типів РЛС на основі вимірювання одного з цих параметрів, а також декількох з них. Методи поєднаного розпізнавання ДРВ та розпізнавання складних об'єктів, як різномірними засобами (комплексної розвідки), так і виключно засобами РТР. Розглядаються питання ідентифікації складних об'єктів за кутовими координатами та за координатами на площині, проводиться оцінки ефективності розпізнавання наведених методів.

У роботі [2] розглядаються підходи до визначення індивідуальних розвідувальних ознак, що містяться у тонкій структурі сигналів, для розпізнавання та ідентифікації конкретних екземплярів ДРВ. Синтезовано оптимальні алгоритми селекції та роз-

пізнання складних сигналів за їх тонкою структурою. Розглядаються питання особливостей технічної реалізації запропонованих алгоритмів.

Однак у зазначених роботах не приділяється увага розпізнаванню деяких типів трьохкоординатних РЛС, інформативними ознаками яких є принципи та характеристики огляду простору у вертикальній площині. У цій статті розглянуто методи розпізнання конкретних типів трьохкоординатних РЛС з апіорно відомими принципами вимірювання кутомірної координати.

Мета статті – викласти способи розпізнання типів трьохкоординатних оглядових радіолокаційних станцій в станціях повітряної радіотехнічної розвідки на основі використання апіорних відомостей про параметри огляду РЛС.

Виклад основного матеріалу

Існує декілька типів РЛС, що призначені для ведення огляду повітряного простору з можливістю вимірювання трьох координат повітряних цілей (дальності, азимута і кута місця) [20–21]. До таких РЛС відносяться рухомі радіовисотоміри (РРВ), РЛС з V-променем, РЛС з частотним скануванням у вертикальній площині, РЛС з фазованими антенними решітками зі складу зенітних ракетних комплексів, що працюють у режимі секторного огляду простору. З метою вимірювання кута місця (висоти) всі вказані РЛС здійснюють огляд простору у вертикальній площині. При цьому методи і параметри огляду в таких РЛС мають суттєві відмінності. Зазначені особливості є їх характерними ознаками, як по відношенню до 2-хкоординатних оглядових РЛС, так і класу трьохкоординатних. Відмічені відмінності можливо використовувати при вирішенні задачі розпізнання типу РЛС. Як показано у роботі [21], при вимірюванні параметрів огляду з'являється можливість визначення дальності до РЛС. Розглянемо докладніше методи огляду простору у різних типах РЛС.

На теперішній час радіовисотоміри у значній кількості стоять на озброєнні частин радіотехнічних військ (РТВ) у республіках колишнього Радянського Союзу, зокрема у межуючих з Україною країнах, а саме Російській Федерації, Молдові, Білорусі. Крім того, ними озброєні частини і підрозділи РТВ Збройних Сил України. Найбільше розповсюджені серед них є РРВ-13, РРВ-16, РРВ-17 [10–11].

Особливістю функціонування наведених радіотехнічних засобів є огляд простору у вертикальній площині шляхом качання приймально-передавальної антени. Значення періоду огляду (періоду качання) наведених рухомих радіовисотомірів складає 2 – 4 с [10–11]. При цьому окремі типи РРВ мають різні значення періоду качання. Огляд за азимутом в РРВ практично не використовується і установка ан-

тени в азимутальному напрямку на вибрану повітряну ціль здійснюється за даними цілевказівки від двохкоординатних РЛС.

На рис. 1 зображено положення променів у вертикальній площині при качанні у секторі від 0° до $2\varepsilon_0$. Літак-розвідник опромінюється при положенні променя ε_c . При цьому важливо відзначити те, що параметри огляду (сектор та період качання) відомі завчасно. Ці дані знаходяться у відкритих джерелах інформації [10–11]. Качання антени РРВ здійснюється у секторі $2\varepsilon_0$.

Кутове положення випромінюючої антени РРВ за кутом місця змінюється за часом за синусоїдальним законом [21]:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \left[1 + \sin \left(\frac{2\pi t}{T_\varepsilon} \right) \right], \quad (1)$$

де ε_0 – бісектриса сектора качання; T_ε – період качання за кутом місця.

Рис. 1. Взаємне розташування РРВ та носія станції РТР у вертикальній площині
Джерело: розроблено авторами.

На рис. 2 показана залежність $\varepsilon(t)$ і моменти опромінювання станції повітряної РТР t_1 та t_2 .

Рис. 2. Залежність кутового положення антени РРВ від часу
Джерело: розроблено авторами.

В радіолокаторах з V-променем принцип огляду простору у вертикальній площині та вимірювання кутомірної координати засновано на використанні двох дзеркальних антен, що повернуті у вертикальній площині відносно одна одної на кут 45° (рис. 3). Прикладом такого засобу є РЛС 1Л117М (Російська Федерація) [13].

Антенна система РЛС обертається за азимутом з періодом $T_a = 5; 10$ с [13]. За час T_a літак опромінюється два рази головним пелюстком. Перетин діаграм спрямованості антен горизонтальною площиною показано на рис. 3. Вимірювання кута місця повітряної цілі у РЛС здійснюється “на проході” шляхом оцінювання інтервалу часу Δt , що дорівнює різниці моментів опромінювання цілі двома V-променями, і його порівняння з інтервалом Δt_0 , що відповідає координаті $\varepsilon = 0^\circ$. Опромінювання літака здійснюється двічі за період огляду, що є важливою ознакою при розпізнаванні цієї РЛС [21].

Рис. 3. Перетин діаграми направленості РЛС 1Л117М горизонтальною площиною
Джерело: розроблено авторами.

У РЛС з частотним сканування керування положення діаграми направленості (ДН) здійснюється за рахунок зміни робочої частоти передавача. Прикладом такої РЛС є 19Ж6 чи її модифікація 35Д6. В цих РЛС послідовно випромінюються 4 радіоімпульси на різних частотах (f_1, f_2, f_3, f_4) [12]. В результаті у вертикальній площині утворюються чотири промені, примкнуті один до одного. Рознесення частот у сусідніх променях дорівнює $\Delta f = f_k - f_{k-1} = 64$ МГц ($k = 2, 3, 4$) при середній частоті близько 3000 МГц. Огляд за азимутом здійснюється шляхом обертання антени. Період азимутального огляду рівний 5 с, 10 с чи 20 с. Особливістю РЛС 19Ж6 (35Д6) є незмінність частот f_1, f_2, f_3, f_4 у процесі експлуатації, що є важливим фактором при вирішенні задачі розпізнавання. Таким чином, ознаками розпізнавання РЛС 19Ж6 (35Д6) при веденні РТР є несуча частота сигналу, період повторення імпульсів і період огляду за азимутом.

Більшість РЛС з фазованими антенними решітками зі складу зенітних ракетних комплексів при функціонуванні можуть по черзі знаходитись у двох станах: режим супроводження обраних цілей і режим пошуку у заданому секторі. Періодичність пе-

реходу з одного стану у інший, як правило, не перевищує 2 с, що є ознакою РЛС.

Діапазон можливих значень розглянутих ознак для розглянутих вище типів РЛС є відомим з відкритих джерел інформації. У табл. 1 наведено характеристики трьохкоординатних РЛС, які можуть бути використані у якості ознак розпізнавання. Жирним шрифтом виділено ті сукупності ознак, які є найбільш інформативними при вирішенні задачі розпізнавання.

Таблиця 1

Ознаки розпізнавання трьохкоординатних РЛС

Назва РЛС	РРВ-17	РРВ-13	РРВ-16	1Л117М	19Ж6 (35Д6)
Діапазон робочих частот, МГц	2620 - 2830	2600 - 2850	6500 - 6800	2710 - 2980	2900 - 3200 (чотири фіксовані частоти)
Період повторення імпульсів, мкс	685; 1369; 2740; 5479	1369; 2740; 3030	1250; 2500	833 - 1250; 2666 - 3333	612; 634; 671; 728; 1224; 1269; 1342; 1445
Сектор огляду (коливання)	0...+45°	0...+30°	0,5...+30°	360°	360°
Період огляду (коливання), с	2,4	2,4	3-3,2	10; 20 (2-не опромінювання за період)	5; 10; 20
Тривалість імпульсу, мкс	1,1; 2,2; 4,5; 9	1,5; 3	1,7-А; 1-К	2,4 - 3,1; 0,9 - 1,2	6; 12

Як видно з таблиці, РРВ-16 має відмінний відносно інших РРВ період качання (період опромінення станції РТР). Для радіовисотомірів РРВ-13 (РРВ-17) цей параметр відрізняється на 0,6-0,8 с. Загальною властивістю всіх типів РРВ є двократність опромінення за період (в таблиці не зазначено). Крім того, яскравими допоміжними характеристиками для РРВ-16 є несуча частота і значення періоду повторення імпульсів. У свою чергу, період коливання РРВ-13 та РРВ-17 є однаковим, але тривалість зондуючого імпульсу є різною, тому за нею можливо розрізнити ці засоби. В радіолокаторі кругового огляду 1Л117М найбільш характерними ознаками є двократність опромінення з періодом 10 с чи 20 с. Тут інтервали часу Δt складають десяті долі секунди. До ознак розпізнавання РЛС 19Ж6 чи 35Д6 слід віднести значення періодів повторення імпульсів і наявність 4-х фіксованих робочих частот з розносом 64 МГц. Крім того, яскравими ознаками розпізнавання є 4-кратні значення періодів повторення імпульсів. Корисними також є вимірювання періодів кругового огляду, що дозволяє віднести спостерігаєму РЛС до класу оглядових.

Алгоритм розпізнавання. При вирішенні задачі розпізнавання вхідними даними є виміряні значення параметрів сигналів, які у загальному випадку по-

значимо величиною α . У базі даних зберігаються величини α_n ($n=1..N$), що відповідають дійсним величинам параметрів (ознак). Тут N – кількість розпізнаних ДРВ. Особливість ознак розпізнавання РЛС, що розглядаються, полягає у тому, що вони представляють собою фіксовані числові значення. Джерела пронумеровані від 1 до N . Необхідно прийняти рішення, якому з N джерел належить вимірний параметр α . Іншими словами необхідно визначити номер спостережуваного джерела. Результати вимірювань α є випадковими величинами і у більшості практичних випадків характеризуються умовною нормальною густиною розподілу ймовірностей $w(\alpha/\alpha_n)$ з математичним очікуванням α_n та дисперсією σ^2 :

$$w\left(\frac{\alpha}{\alpha_n}\right) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\alpha-\alpha_n)^2}{2\sigma^2}}. \quad (2)$$

У відповідності з висновками теорії розпізнавання образів [14] вирішення поставленої задачі полягає у обчисленні логарифма відношення правдоподібності для кожної пари джерел

$$z_{kn} = \ln \left(\frac{w\left(\frac{\alpha}{\alpha_k}\right)}{w\left(\frac{\alpha}{\alpha_n}\right)} \right) = \frac{(\alpha_k - \alpha_n)}{\sigma^2} \left(\alpha - \frac{\alpha_k + \alpha_n}{2} \right); \quad (k \neq n). \quad (3)$$

З отриманих значень обираються ті, для яких виконується нерівність $z_{kn} > 0$ при всіх $n=1..N$ ($k \neq n$). У цьому випадку приймається рішення про те, що спостерігається k -те джерело. При розрахунках варто враховувати, що $z_{kn} = -z_{nk}$.

Лівий співмножник у правій частині нерівності (3) не містить виміряне значення α та впливає лише на знак результату. Тому можна використовувати більш простий алгоритм

$$\bar{z}_{kn} = \left(\alpha - \frac{\alpha_k + \alpha_n}{2} \right) \text{sign}(\alpha_k - \alpha_n), \quad (4)$$

де $\text{sign}(a)$ – позначає знак числа a . Наведені алгоритми придатні для застосування при використанні ознак будь-якого типу, наведених у вигляді фіксованих числових даних. Априорно відому величину $(\alpha_k + \alpha_n)/2$ можливо розглядати як поріг порівняння вимірних даних.

Стосовно до конкретних типів РЛС, вказаних у даній статті, задачу розпізнавання доцільно вирішувати в два етапи. На першому етапі (попередньому) проходить розподіл спостережуваних ДРВ на два класи. До першого класу відносяться всі три типи радіовисотомірів та РЛС 1Л117. Характерними ознаками для них є двократність опромінення станції РТР за період обертання (качання) антени РЛС при

огляді простору. До другого класу належать всі останні типи РЛС. Розпізнавання на другому етапі здійснюється на основі порівняння періодів опромінення шляхом використання наведених вище алгоритмів. В результаті цього легко розрізняється РЛС 1Л117 від висотомірів, оскільки період опромінення нею станції РТР (10 с чи 20 с) значно відрізняється від того ж параметра висотомірів (2,4 с чи 3,2 с). Значною відмінністю висотоміра ПРВ-16 від всіх інших РЛС є величина періоду качання антени (3,2 с) та діапазону робочих частот (6,5...6,8 ГГц). Оскільки висотоміри ПРВ-13 та ПРВ-17 мають однакові періоди качання антени, то для їх розрізнення застосовують результати вимірювання тривалості імпульсів, використовуючи факт їх відмінності. Тут також слід використовувати наведені вище алгоритми.

Для розрізнення РЛС другого класу слід використовувати у якості ознак діапазон частот, тривалість і період повторення імпульсів, а також період огляду простору (обертання антени), який для оглядових РЛС може складати величину від одиниць до 20 секунд. РЛС типу 19Ж6 чи 35Д6 відрізняються від інших наявністю майже одночасного випромінювання на 4-х фіксованих робочих частотах і послідовне чотиритактове вимірювання періоду повторення імпульсів за час опромінення головним пелюстком.

Ймовірність правильного розпізнавання залежить в основному від ступеня перекриття функцій $w(a/a_k)$ і $w(a/a_n)$ та визначається різницею $|a_k - a_n|$ і точністю вимірювання (σ). На рис. 4 показано дві густини розподілу параметрів, що належать k -му та n -му ДРВ. Тут також наведено поріг порівняння $(a_k + a_n)/2$. Найкращі результати потрібно очікувати у випадку, коли мінімальна різниця $|a_k - a_n|$ значно перевищує середньоквадратичну похибку σ вимірювання параметра $a(\min|a_k - a_n| \gg \sigma)$.

Рис. 4. Дві густини розподілу ймовірностей вимірних параметрів із середніми значеннями параметрів a_k та a_n

Джерело: розроблено авторами.

Саме така умова виконується при розпізнаванні висотомірів та РЛС 1Л117. Тут похибки вимірювання періоду обертання (качання) антени навіть у найгіршому випадку не перевищують тривалість опромінення станції РТР головним пелюстком РЛС. Величини такої тривалості складають десятки мілісекунд, а відмінності періодів опромінювання знаходяться у межах не менше десятих долей секунди. Тому ймовірність правильного розпізнавання вказаних ДРВ близька до одиниці.

Висновки

Розглянуті способи розпізнавання трьохкоординатних оглядових РЛС при веденні повітряної РТР засновані на використанні апіорних даних про параметри огляду цих РЛС.

Їх технічна реалізація досить проста і не пов'язана з суттєвими додатковими апаратними витратами і пов'язана лише з розробкою нескладного програмного забезпечення. Завдання розпізнавання типу РЛС і визначення дальності до цієї РЛС тісно пов'язані між собою внаслідок того, що обидві задачі вирішуються на основі вимірювання параметра у вертикальній площині [21].

Список літератури

1. Мельников Ю.П. Воздушная радиотехническая разведка (методы оценки эффективности) / Ю.П. Мельников. – М.: Радиотехника, 2005. – 304 с.
2. Смирнов Ю.А. Радиотехническая разведка / Ю.А. Смирнов. – М.: Воениздат, 2001. – 456 с.
3. Радзиевский В.Г. Теоретические основы радиоэлектронной разведки [2-е изд., испр. и доп.] / В.Г. Радзиевский, А.А. Сирота. – М.: Радиотехника, 2004. – 432 с.
4. Безрук В.М. Теоретические основы проектирования систем распознавания сигналов для автоматизированного радиоконтроля / В.М. Безрук, Г.В. Певцов. – Харьков: Коллегиум, 2007. – 430 с.
5. Куприянов А.И. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы / А.И. Куприянов, А.В. Сахаров. – М.: Вузовская книга, 2007. – 356 с.
6. Мельников Ю.П. Радиотехническая разведка. Методы оценки эффективности местоопределения источников излучения / Ю.П. Мельников, С.В. Попов. – М.: Радиотехника, 2008. – 432 с.
7. Караваев В.В. Статистическая теория пассивной локализации / В.В. Караваев, В.В. Сазонов. – М.: Радио и связь, 1987. – 240 с.
8. Повітряна розвідка: елементи організації і тактичні розрахунки / С.П. Мосов, М.М. Степаненков, М.Ю. Слонов, С.А. Станкевич. – К.: МО України, 1999. – 334 с.
9. Рембовский А.М. Радиомониторинг – задачи, методы, средства; 2-е изд., перераб. и доп. / А.М. Рембовский, А.В. Ашихмин, В.А. Козьмин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 624 с.
10. ПРВ-13 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.rtv-pvo-gsvg.narod.ru/doc/Prv_13.pdf.
11. Техническое описание ПРВ-16 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.rtv-pvo-gsvg.narod.ru/doc/PRW-16_TO.pdf.
12. Радиолокационная станция 19Ж6 (СТ-68У) – М.: Воениздат, 1992. – 392 с.
13. Трёхкоординатная подвижная обзорная РЛС 1Л117М [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.rusarmy.com/pvo/pvo_vvs/rls_1l117m.html.
14. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов / К. Фукунага. – М.: Наука, 1979. – 468 с.
15. Патрик Э.М. Основы теории распознавания образов / Э.М. Патрик. – М.: Сов. радио, 1980. – 407 с.
16. Горелик А.Л. Методы распознавания / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин. – М.: Высш. шк., 1984. – 208 с.
17. 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.
18. Омельченко В.А. Основы спектральной теории распознавания сигналов / В.А. Омельченко. – Харьков: Вища шк., 1983. – 156 с.
19. Безрук В.М. Многомерные потенциальные характеристики спектральных алгоритмов распознавания случайных сигналов / В.М. Безрук // Радиотехника и информатика. – 1999. – Вып. 3(08). – С. 32-35.
20. Степаненков М.М. Шляхи вдосконалення методів отримання і обробки інформації у засобах повітряної радіотехнічної розвідки / М.М. Степаненков, А.В. Кобзєв, В.В. Романенко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2(27). – С. 121-123. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.23>.
21. Визначення місця розташування трикоординатних радіолокаційних станцій оглядового типу засобами повітряної радіотехнічної розвідки / А.В. Кобзєв, В.В. Романенко, А.В. Риб'як, М.В. Мурзін // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 3(28). – С. 64-68. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.28.08>.

Надійшла до редколегії 29.07.2020

Схвалена до друку 15.09.2020

Відомості про авторів:

Кобзев Анатолій Васильович

доктор технічних наук професор
провідний науковий співробітник Харківського
національного університету Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3604-7770>

Риб'як Анатолій Степанович

кандидат технічних наук старший науковий співробітник
старший науковий співробітник Харківського
національного університету Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-7922-3690>

Мурзін Михайло Вячеславович

кандидат технічних наук
науковий співробітник Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5093-0551>

Information about the authors:

Anatolij Kobzev

Doctor of Technical Sciences Professor
Lead Research
of Ivan Kozhedub
Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3604-7770>

Anatolii Rybiak

Candidate of Technical Sciences Senior Research
Senior Research Associate
of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-7922-3690>

Mykhailo Murzin

Candidate of Technical Sciences
Research Associate of Ivan Kozhedub
Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5093-0551>

**СПОСОБ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВ ТРЕХКООРДИНАТНЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ
ОБЗОРНОГО ТИПА СРЕДСТВАМИ ВОЗДУШНОЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ**

А.В. Кобзев, А.В. Рыбьяк, М.В. Мурзин

Рассматриваются способы распознавания типов обзорных радиолокационных станций в станциях воздушной радиотехнической разведки на основе использования априорных сведений о параметрах обзора радиолокационных станций. Распознавание основывается на анализе измеренных первичных параметров зондирующего сигнала, а именно периодических моментов облучения станции радиотехнической разведки, диапазона рабочих частот и продолжительности зондирующих импульсов и др. Анализируя эти параметры, возможно однозначно определить тип источника излучения. Рассматриваются теоретические аспекты алгоритма распознавания, которые основаны на перекрытии плотностей распределения параметров вероятностей правильного распознавания.

Ключевые слова: воздушная радиотехническая разведка, априорные данные, параметры сигналов, распознавание, трехкоординатные радиолокационные станции, обзор пространства.

THE METHOD OF RECOGNITION THE TYPES OF SURVEILLANCE 3D RADAR BY AERIAL ELINT ASSETS

A. Kobziev, A. Rybiak, M. Murzin

The article deals with the recognition methods of surveillance 3D radar types in airborne electronic intelligence stations based on the use of priori information about the radar scanning parameters are considered. The subject is the process of intelligence information processing in aerial ELINT assets. The purpose of the article is to state the methods of surveillance 3D radar types in airborne electronic intelligence stations based on the use of a priori knowledge of radar scanning parameters. The height finders, V-beam radars, vertical-frequency scanning radars, phased-array radars from air defense systems scan the space in the vertical plane to measure the elevation angle (height). The scanning methods and parameters of such radars, namely, pulse width and repetition period, operating frequency range and scanning space parameters have significant differences that's why they to be used in solving the radar type recognition problem. It's important to note that this data can be obtained from open source information.

The article covers the theoretical aspects of the recognition algorithm, which are based on the overlapping of the distribution densities of parameters of the likelihood ratio. In accordance with the conclusions of the pattern recognition theory, the solution of the problem is based on the calculation of the logarithm of the likelihood ratio for each pair of radio emission sources. It is proposed to solve the recognition problem in two stages. At the first stage (preliminary), there is a division of the observed sources of radio emission into two classes. The first class includes all three types of height finders (RRV-13, RRV-16, RRV-17) and radar 1L117. Their characteristics are the double frequency of illumination of the ELINT station during the period of rotation (nodding) of the radar antenna when scanning the space. The second class includes all the latest types of radar. At the first stage, it is proposed to perform recognition by comparing illumination periods using the developed algorithms. In order to distinguish the second-class radar, the frequency range, pulse width and repetition period, as well as the scan period of the space (antenna rotation) should be used as a feature. Radar types 19Zh6 or 35D6 differ from others by the presence of almost simultaneous radiation at 4 fixed operating frequencies and a consistent four-stroke measurement of the pulse repetition period at the time illumination by the main beam.

Keywords: aerial electronic intelligence, a priori data, signal parameters, recognition, three-dimensional radar, space scanning.