

УДК 621.391

В.В. Ковкін

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

АЛГОРИТМ РОЗПІЗНАВАННЯ ПРОТИРАДІОЛОКАЦІЙНИХ РАКЕТ ЗА ДАНИМИ ОГЛЯДОВИХ РЛС

Стаття присвячена проблемі захисту від протирадіолокаційних ракет оглядових РЛС. Розглянуті характеристики протирадіолокаційних ракет та їх ознаки як об'єктів радіолокації. Розроблений алгоритм розпізнавання протирадіолокаційних ракет за даними оглядових РЛС. Реалізація запропонованого алгоритму на обчислювальних засобах, які здійснюють обробку радіолокаційної інформації, дозволить автоматизувати процес розпізнавання протирадіолокаційних ракет для своєчасного здійснення заходів захисту від них.

Ключові слова: протирадіолокаційні ракети, захист РЛС, алгоритм розпізнавання.

Вступ

Постановка проблеми. Для ураження засобів радіолокації створена та широко застосовується специфічна зброя – протирадіолокаційні ракети (ППР). Цей вид зброї постійно розвивається та застосовується у воєнних конфліктах для подолання системи ППО [1]. Так, під час грузино-осетинського конфлікту в серпні 2008 року російська авіація завоювала панування в повітрі лише після ураження протирадіолокаційною ракетою Х-58 грузинської РЛС 36Д6 [2]. Найбільш вразливими для ППР є оглядові РЛС, які вимушені тривалий час перебувати у включеному стані та не мають засобів активного захисту. Для захисту оглядових РЛС застосовуються засоби та способи пасивного захисту (відволікаючі пристрої, зміна режимів роботи – виключення випромінювання, заборона випромінювання в секторі, режим «мерехтіння» тощо). Відволікаючі пристрої, в основному, перебувають на стадії розро-

бки [3, 4] і на практиці широкого використання набула саме зміна режимів роботи РЛС. Очевидно, що зміна режиму роботи оглядових РЛС для захисту від ППР може бути ефективною лише за умови їх своєчасного виявлення та розпізнавання. Проблема полягає в тому, що ППР є малорозмірними високошвидкісними цілями, час їх знаходження в зоні виявлення РЛС не перевищує декількох десятків секунд. Тому для своєчасного здійснення заходів захисту РЛС від ППР пропонується автоматизувати процес їх розпізнавання за даними оглядових РЛС.

Мета статті – розробка алгоритму розпізнавання ППР за даними оглядових РЛС.

Виклад основного матеріалу

Для розпізнавання ППР можна використовувати їх радіолокаційні характеристики та траєкторні ознаки. Основні характеристики найбільш поширених ППР наведені в табл. 1, [5].

Таблиця 1

Характеристики протирадіолокаційних ракет

Назва ППР	Країна-виробник	Найбільша дальність пуску, км	Швидкість польоту, м/с	Маса ракети/бойової частини, кг	Розміри (довжина/діаметр/розмах крил), м	Тип ГСН
AGM-88C HARM	США	150	700	354/66	4,17/0,254/1,12	Пасивна радіолокаційна + GPS
AS-37 Martel/ARMAT	Франція	60/120	300	535/150	4,12/0,4/1,2	Пасивна радіолокаційна
ALARM	Велика Британія	93	680	268/-	4,3/0,224/0,72	Пасивна радіолокаційна+ІНС
Х-31П	РФ	110	1100	600/90	4,7/0,36/0,78	Пасивна радіолокаційна
Х-58	РФ	120	700	640/150	4,15/0,38/0,9	Пасивна радіолокаційна+ІНС

Як видно з табл. 1, найбільша дальність пуску ППР (на великих висотах) становить, переважно, 100 – 150 км, але слід враховувати, що при застосуванні з середніх та малих висот дальність пуску зменшується в 2 – 3 рази. Швидкість польоту ППР вдвічі перевищує швидкість звуку (за винятком ППР AS-37), що

також є характерною ознакою ППР. Невеликі лінійні розміри ППР обумовлюють їх мале значення їх ефективної поверхні розсіювання, особливо при опроміненні в передню напівсферу. Найбільш характерною ознакою ППР є прямолінійний політ в напрямку на РЛС, як джерело випромінювання.

Отже, основними ознаками для розпізнавання ПРР є: напрямок польоту повітряного об'єкта (ПО) співпадає з напрямком на РЛС; дальність до ПО не перевищує дальність виявлення ПРР; швидкість польоту ПО перевищує швидкість звуку (дві швидкості звуку).

Для розпізнавання ПРР за даними оглядових РЛС пропонується алгоритм, схема якого наведена на рис. 1. Вихідними даними для роботи алгоритму є масив даних по усім ПО, які супроводжуються РЛС на i -ий цикл огляду $\{\bar{X}^i, \bar{Y}^i, \bar{V}_x^i, \bar{V}_y^i\}$, де $\bar{X}^i = x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i$ та $\bar{Y}^i = y_1^i, y_2^i, \dots, y_n^i$ – вектори площинних координат в прямокутній центральній сис-

темі координат, а $\bar{V}_x^i = v_{x1}^i, v_{x2}^i, \dots, v_{xn}^i$ та $\bar{V}_y^i = v_{y1}^i, v_{y2}^i, \dots, v_{yn}^i$ – вектори складових швидкості по площинним координатам по кожному з n супроводжуваних ПО.

Робота алгоритму побудована на послідовному зменшенні кількості ПО, які можуть бути класифіковані як ПРР. Для збільшення швидкодії алгоритму доцільно починати селекцію ПО за ознаками, які дозволять суттєво зменшити масив оброблюваних ПО. Тому, в першу чергу, відбираються ПО за дальністю, оскільки в напрямку на РЛС при масованому авіаційному ударі може діяти велика кількість цілей, в тому числі і швидкісних.

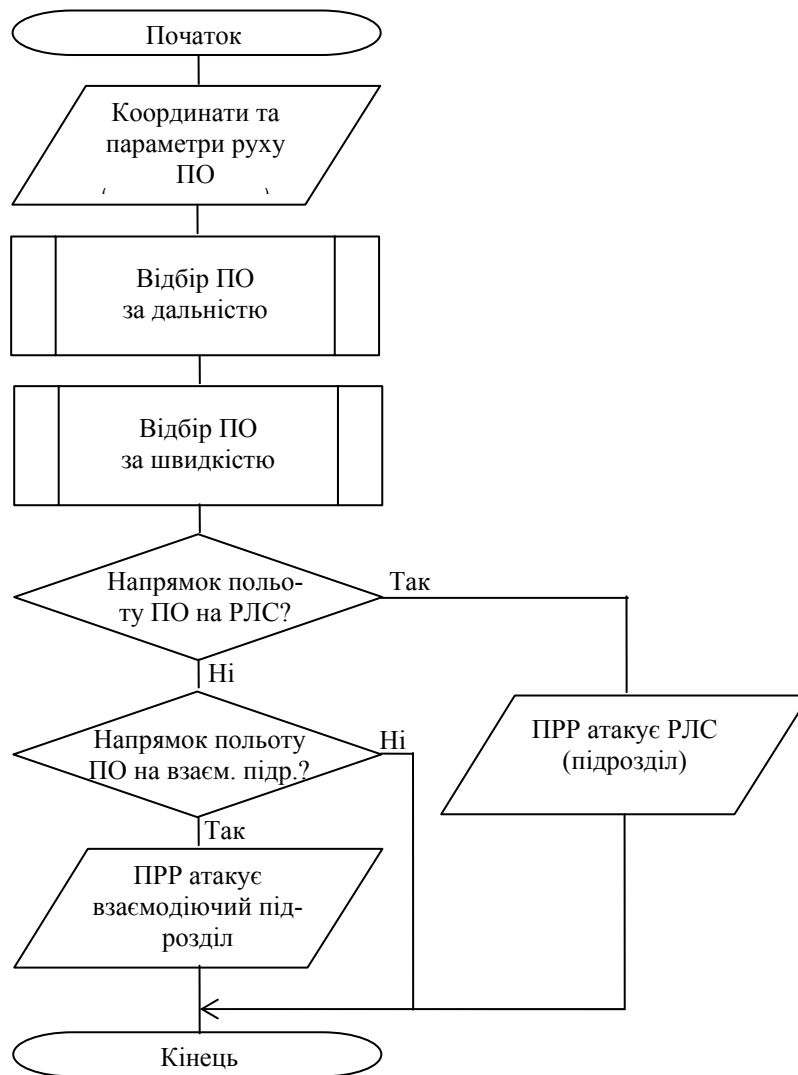


Рис. 1. Алгоритм розпізнавання протирадіолокаційних ракет

Відбір ПО за дальністю виконується за правилом

$$(x_s^i)^2 + (y_s^i)^2 \leq D_{гр}, \quad s = \overline{1, n}, \quad (1)$$

де $D_{гр}$ – гранична дальність виявлення ПРР (в більшості випадків не перевищує 100 км).

Повітряні об'єкти, для яких умова (1) не вико-

нується з подальшої обробки виключаються.

Відбір ПО за швидкістю виконується за правилом

$$(v_{xs}^i)^2 + (v_{ys}^i)^2 \geq V_{гр}, \quad s = \overline{1, m}, \quad (2)$$

де $V_{гр}$ – гранична швидкість польоту ПРР (може бути прийнята 600 м/с); m – кількість оброблюваних ПО.

Визначення напрямку польоту ПО є найбільш трудомістким етапом і тому він виконується лише для ПО, дальність та швидкість яких задовольняє умовам (1) та (2).

Напрямок польоту ПО буде співпадати з напрямком на РЛС у випадку, коли відхилення траєкторії його польоту від точки стояння РЛС не буде перевищувати деяку величину, обумовлену похибками вимірювання параметрів траєкторії. Крім того, ПО повинен одночасно наблизитися за координатами X та Y до позиції РЛС.

Прямолінійний та рівномірний рух ПО в площинних координатах описується поліномом першого ступеня $y = A \cdot x + B$, де A та B – коефіцієнти полінома. Саме коефіцієнти A та B будуть визначати відстань траєкторії ПО від точки стояння РЛС: відстань до траєкторії по осі X становить A/B (в точці $y=0$), а по осі Y становить B (в точці $x=0$).

Значення коефіцієнтів A та B для кожного з k ПО можна визначити по двом точкам траєкторії за i-ий та (i-1)-ий цикли огляду повітряного простору

$$A_s = \frac{y_s^i - y_s^{i-1}}{x_s^i - x_s^{i-1}}, B_s = \frac{x_s^i \cdot y_s^{i-1} - y_s^i \cdot x_s^{i-1}}{x_s^i - x_s^{i-1}}, s = \overline{1, k}. \quad (3)$$

Остаточне рішення про співпадіння напрямку польоту ПО з напрямком на РЛС приймається при одночасному виконанні умов

$$\begin{cases} \min \{A_s / B_s; B_s\} \leq C_{гр} \\ (x_s^i > 0)(v_{xs}^s < 0) \vee (x_s^i < 0)(v_{xs}^s > 0), s = \overline{1, k}, \\ (y_s^i > 0)(v_{ys}^s < 0) \vee (y_s^i < 0)(v_{ys}^s > 0) \end{cases} \quad (4)$$

де $C_{гр}$ – припустиме відхилення траєкторії ПО від точки стояння РЛС.

Якщо умови (4) виконуються хоча б по одному з k ПО, бойовій обслузі РЛС видається повідомлення про атаку ПРР або автоматично виконуються заходи захисту (зміна режимів роботи РЛС).

Якщо напрямок польоту ПО не співпадає з напрямком на дану РЛС, алгоритмом передбачена перевірка напрямку польоту на сусідні (взаємодіючі) підрозділи. Дана операція враховує ту особливість, що на виявлення ПРР дуже суттєво впливає її ракурс відносно РЛС, і умови виявлення атакуючої ПРР взаємодіючими підрозділами можуть бути кращими.

Висновки

Захист оглядових РЛС від протирадіолокаційних ракет є актуальною проблемою. Реалізація запропонованого алгоритму на обчислювальних засобах РЛС або пунктів управління, які здійснюють обробку радіолокаційної інформації, дозволить автоматизувати процес розпізнавання протирадіолокаційних ракет для своєчасного здійснення заходів захисту від них.

Список літератури

1. Гризо А.А. Аналіз стану й перспектив засобів вогневого ураження РЛС РТВ / А.А. Гризо, І.М. Невмержицький, В.М. Купрій, П.В. Пантус // Системи обробки інформації. – 2009. – № 1(75). – С. 33-38.
2. Черемухин Н. Осетинський екзаме. Авіація й ПВО в «п'ятиденній війні» / Н. Черемухин // Авианарк. – 2008. – № 4. – С. 2-39.
3. Способ защиты РЛС от противорадиолокационных ракет. Патент Российской Федерации 2153684. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к документу: <http://rurpatent.info>.
4. Средство защиты радиолокационных станций от противорадиолокационных ракет «Газетчик – Е». [Электронный ресурс]. – Режим доступа к статье: <http://www.rusarmy.com>.
5. Авиационная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к документу: <http://www.airwar.ru>.

Надійшла до редколегії 20.02.2009

Рецензент: д-р техн. наук, доц. Р.Е. Пащенко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРОТИВОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ РАКЕТ ПО ДАННЫМ ОБЗОРНЫХ РЛС

В.В. Ковкин

Статья посвящена проблеме защиты от противорадиолокационных ракет. Рассмотрены характеристики противорадиолокационных ракет и их признаки как объектов радиолокации. Разработан алгоритм распознавания противорадиолокационных ракет по данным обзорных РЛС. Реализация предложенного алгоритма на вычислительных средствах, которые выполняют обработку радиолокационной информации, позволит автоматизировать процесс распознавания противорадиолокационных ракет для своевременного принятия мер защиты от них.

Ключевые слова: противорадиолокационные ракеты, защита РЛС, алгоритм распознавания.

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРОТИВОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ РАКЕТ ПО ДАННЫМ ОБЗОРНЫХ РЛС

V.V. Kovkin

The article is devoted the problem of protecting from Anti-Radiation Missile. Descriptions of Anti-Radiation Missile and their signs as objects of radio-location are considered. The algorithm of recognition of Anti-Radiation Missile from data of survey radar is developed. Realization of the offered algorithm on computing means which operate of radar data will allow to automatize the process of recognition of Anti-Radiation Missile for the timely taking of defence radar measures.

Keywords: Anti-Radiation Missile, protecting radar, algorithm of recognition.