

УДК 621.396.26

О.О. Мартинчук, Г.М. Зубрицький, М.І. Рожков

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ПОЛЯРИЗАЦІЙНО-ПРОСТОРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ НА ФОНІ АКТИВНИХ ШУМОВИХ ПЕРЕШКОД В РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЯХ З РІЗНИМИ ПОЛЯРИМЕТРИЧНИМИ РЕЖИМАМИ ОБРОБКИ

*Представлено алгоритми вагової просторової та поляризаційно-просторової обробки сигналів на фоні активних шумових перешкод та результати порівняльної оцінки показників ефективності їх роботи з врахуванням різних поляриметричних режимів роботи, а саме – режим роботи на одній скалярній поляризації, робота за повного поляризаційного прийому та робота за повного поляризаційного зондування простору. Розглянуто особливості реалізації методу повного поляризаційного зондування простору в сучасних та перспективних радіолокаційних станціях виявлення та цілевказівки зенітних ракетних систем.*

**Ключові слова:** поляризаційний вектор розсіювання, поляризаційно-просторова обробка, поляриметричні режими роботи, повне поляризаційне зондування простору.

### Вступ

#### Постановка проблеми та аналіз літератури.

Аналіз війн та локальних збройних конфліктів останніх десятиріч свідчить, що важливою формою ведення бойових дій на початковому етапі є повітряна наступальна операція. До її характерних особливостей слід віднести: комплексне ведення авіаційної та космічної розвідки, нанесення масованих авіаційних ударів з невід’ємним використанням сил та засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), широке застосування високоточної зброї та ін.

Проведений аналіз характеру та способів застосування сил і засобів РЕБ та перспектив їхнього розвитку показує, що на даний час основною формою РЕБ все в більшій мірі є ураження сухопутних, морських та повітряних радіоелектронних об’єктів. Причому ураження не тільки вогневе, але й спеціальними високо потенційними засобами активних перешкод, генераторами потужних електромагнітних імпульсів та інших випромінювань, спеціальними засобами впливу на середовище розповсюдження електромагнітної енергії [1].

Дія активних шумових перешкод (АШП) на радіолокаційні станції зенітних ракетних систем (ЗРС) як по основному, так і по бічних пелюстках діаграми спрямованості (ДС) антенної системи ускладнює їхнє функціонування, а в ряді випадків призводить до зриву виконання бойової задачі. Виходячи з цього, вимогами до радіоелектронних засобів зенітних ракетних військ є висока перешкодостійкість, забезпечення режимів адаптації й оптимізації зондування при виконанні завдань у конкретних умовах сигнальної та перешкодової обстановки. Особливе місце при цьому надається радіолокаційним засобам розвідки і цілевказування зенітних ракетних систем, які у значній мірі визначають ефективність керування бойовою роботою в цілому. Вирішення цих задач

відповідно до Державної програми розвитку Збройних Сил України на період до 2011 року повинно здійснюватись на підставі глибокої модернізації озброєння і військової техніки із залученням новітніх технологій.

Для обробки сигналів на фоні діючих перешкод широкого застосування набули алгоритми компенсації, дія яких ґрунтується на використанні просторових та поляризаційних відмінностей. Так, в радіолокації та зв’язку широко використовуються та забезпечують ефективне подавлення діючих АШП алгоритми просторової, поляризаційної, а також просторово-поляризаційної вагових обробок. Крім того, заслуговує на увагу використання спільних поляризаційно-просторових відмінностей сигналів та перешкод. Причому в якості поляризаційних відмінностей доцільним є використання статистичних закономірностей розподілу в багатомірному просторі поляризаційних векторів (ПВ) об’єктів різних класів а також ПВ АШП, які проявляються при повному поляризаційному зондуванні простору [2, 3].

На даний час питанням реалізації та дослідження ефективності просторової та поляризаційної вагових обробок присвячена значна кількість наукових робіт, наприклад [4 – 6]. Їх аналіз дозволяє дійти висновку, що обидва методи ґрунтуються на використанні просторових та поляризаційних відмінностей між сигналом та перешкодами. Причому спільна поляризаційно-просторова обробка сигналів та АШП у РЛС із можливістю повного поляризаційного прийому (ППП), дозволяє вдало поєднати переваги обох методів обробки та компенсувати недоліки одного за рахунок застосування іншого. Але у роботі [6] показано, що в разі застосування цілло перешкод самоприкриття (випадок, коли просторові відмінності є мінімальними), з поляризаційними параметрами, близькими до параметрів корисного сигналу або з хаотично поляризованою складовою,

вагова просторово-поляризаційна обробка при ППП стає неефективною. У цьому разі доцільним є застосування в РЛС поляризаційно-просторової обробки з повним поляризаційним зондуванням простору [3, 5]. Однак, у відомих роботах, на відміну від методу просторово-поляризаційної обробки із ППП [5], питання спільної поляризаційно-просторової обробки при повному поляризаційному зондуванні (ППЗ) не досліджувалось.

**Метою** даної статті є дослідження ефективності методу поляризаційно-просторової обробки сигналів на фоні активних шумових перешкод за різних поляриметричних режимів роботи.

### Основна частина

Будемо вважати, що зондування простору відбувається, таким чином, що за фіксований проміжок часу спостереження здійснюється  $N$  відліків елементів ПВ. В якості фіксованих параметрів відбитих сигналів будемо розглядати всі елементи поляризаційної матриці розсіювання (ПМР): чотири амплітуди й відповідні абсолютні фази

$$\dot{S} = \begin{pmatrix} \left| \dot{S}_{11} e^{j\varphi_{11}} \right| & \left| \dot{S}_{12} e^{j\varphi_{12}} \right| \\ \left| \dot{S}_{21} e^{j\varphi_{21}} \right| & \left| \dot{S}_{22} e^{j\varphi_{22}} \right| \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де  $\dot{S}_{xy} = |\dot{S}_{xy}| e^{j\varphi_{xy}}$  – відповідно модуль (амплітуда) та фаза комплексного елементу ПМР ( $x, y = 1, 2$ ).

Поляризаційний вектор будемо розглядати у вигляді вектору-стовпчика

$$\vec{\dot{S}} = (\dot{S}_{11}, \dot{S}_{21}, \dot{S}_{12}, \dot{S}_{22})^T. \quad (2)$$

З виходу кожної пари антенних елементів, що мають ортогональну поляризацію, отримуємо ортогональні складові векторного сигналу. Так, наприклад, з виходів  $m$ -х антенних елементів вертикальної (В) та горизонтальної (Г) поляризації отримуємо сигнали:

$$\begin{aligned} \dot{Y}_{B_m}(t_i) &= \gamma_c \cdot \dot{S}_{B_m}(t_i) \cdot \dot{S}(\alpha_m) + \\ &+ \sum_{k=1}^K \gamma_{3k} \cdot \dot{n}_{B_{k,m}}(t_i) \cdot \dot{n}_k(v_m) + \xi_{B_m}(t_i); \\ \dot{Y}_{\Gamma_m}(t_i) &= \gamma_c \cdot \dot{S}_{\Gamma_m}(t_i) \cdot \dot{S}(\alpha_m) + \\ &+ \sum_{k=1}^K \gamma_{3k} \cdot \dot{n}_{\Gamma_{k,m}}(t_i) \cdot \dot{n}_k(v_m) + \xi_{\Gamma_m}(t_i), \end{aligned}$$

де  $\dot{S}_{B_m}(t_i) = \dot{S}_{BB_m}(t_i) + \dot{S}_{B\Gamma}(t_i)$ ;

$\dot{S}_{\Gamma_m}(t_i) = \dot{S}_{\Gamma\Gamma_m}(t_i) + \dot{S}_{\Gamma B}(t_i)$ ;

$m = 1..M$  – кількість антенних елементів в антенній системі;

$k = 1..K$  – кількість діючих АПП;

$i = 1..N$  – кількість відліків за часом;

$\dot{S}_{BB_m}(t_i), \dot{S}_{\Gamma B_m}(t_i), \dot{S}_{B\Gamma_m}(t_i), \dot{S}_{\Gamma\Gamma_m}(t_i)$  – елементи ПМР об'єкту локації, що прийняті  $m$ -м антенним елементом, причому другий індекс вказує на поляризацію антенного елементу з якого випромінювався сигнал, а перший індекс – на поляризацію антенного елементу, яким його прийнято;

$\dot{n}_{B_{k,m}}(t_i), \dot{n}_{\Gamma_{k,m}}(t_i)$  – часові відліки комплексних амплітуд коливань  $k$ -ої перешкоди на  $m$ -му антенному елементі в  $i$ -й момент часу, відповідно для антенних елементів з вертикальною та горизонтальною поляризацією;

$\dot{S}(\alpha_m)$  та  $\dot{n}_k(v_m)$  – описують амплітудно-фазовий розподіл (АФР) відповідно корисного сигналу та діючої  $k$ -ї перешкоди на  $m$ -му антенному елементі розкриття АС. Вони залежать від виду апроксимації (сферична, плоска) та параметрів фронту електромагнітної хвилі, що надходить. Для плоских хвиль  $\dot{S}(\alpha_m)$  та  $\dot{n}_k(v_m)$  залежать від кутового напрямку приходу [7]. Для  $m$ -го елемента лінійної еквідистантної антенної решітки (АР) маємо:

$$\dot{S}(\alpha_m) = \exp(-j\alpha_{c_m}); \quad \dot{n}_k(v_m) = \exp(-jv_{k,m}),$$

де  $\alpha_{c_m}$  та  $v_{k,m}$  – просторовий параметр, що характеризує напрямок приходу відповідно корисного сигналу та  $k$ -ї перешкоди.

$$\alpha_{c_m} = \frac{(m-1) \cdot 2\pi d \cdot \sin Q_c}{\lambda};$$

$$v_{k,m} = \frac{(m-1) \cdot 2\pi d \cdot \sin Q_{3k}}{\lambda},$$

де  $d$  – відстань між сусідніми елементами АС;

$Q_c$  та  $Q_{3k}$  – кутовий напрямок відносно нормалі до ФАР на джерело корисного сигналу та  $k$ -ту діючу перешкоду;

$\lambda$  – довжина хвилі прийнятого коливання;

$\xi_{B_m}(t_i)$  та  $\xi_{\Gamma_m}(t_i)$  – випадкові величини, що описуються законом розподілу власних шумів  $m$ -го приймального каналу вертикальної та горизонтальної поляризації.

У загальному вигляді при повному поляризаційному прийомі з виходів антенних елементів отримуємо вхідний вектор у вигляді

$$\vec{\dot{Y}}(t_i) = \|\dot{Y}_{B_1}(t_i), \dot{Y}_{\Gamma_1}(t_i), \dot{Y}_{B_2}(t_i), \dot{Y}_{\Gamma_2}(t_i), \dots, \dot{Y}_{B_m}(t_i), \dot{Y}_{\Gamma_m}(t_i)\|^T.$$

З урахуванням подальшого виділення елементів ПВ, отриманих при ПППЗ, вхідний вектор поточного часового відліку –  $t_i$  запишемо у вигляді

$$\dot{Y} = \|\dot{Y}_{BB_1}, \dot{Y}_{\Gamma B_1}, \dot{Y}_{B\Gamma_1}, \dot{Y}_{\Gamma\Gamma_1}, \dots, \dot{Y}_{BB_m}, \dot{Y}_{\Gamma B_m}, \dot{Y}_{B\Gamma_m}, \dot{Y}_{\Gamma\Gamma_m}\|^T$$

Загальна структура алгоритму поляризаційно-просторової обробки при ПППЗ співпадає зі структу-

рою алгоритму просторово-часової обробки, але параметри, зміст перемінних, що входять до нього, а також фізичні результати є дещо іншими. Запропонований алгоритм передбачає розгляд процесу придушення перешкод та виявлення сигналу як єдиний етап обробки поляризаційних векторів.

Для вирішення даної задачі пропонується використати критерій Неймана-Пірсона [7], у відповідності з яким вирішальне правило забезпечує при заданому обмеженні ймовірності хибної тривоги  $F$  максимум ймовірності правильного виявлення  $D$ .

Вважаємо, що умовна щільність розподілу ймовірностей незалежних ПВ за наявності та відсутності сигналу описується нормальним законом:

$$P_1(\vec{Y}) = \left( (2\pi)^n |\dot{M}_1| \right)^{-\frac{1}{2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\vec{Y} - \vec{\mu}_1)^T \dot{M}_1^{-1} (\vec{Y} - \vec{\mu}_1) \right\},$$

$$P_0(\vec{Y}) = \left( (2\pi)^n |\dot{M}_0| \right)^{-\frac{1}{2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\vec{Y} - \vec{\mu}_0)^T \dot{M}_0^{-1} (\vec{Y} - \vec{\mu}_0) \right\}.$$

Вирішальне правило з фіксованою ймовірністю хибної тривоги в загальному має вигляд:

$$\frac{P_1(\vec{Y})}{P_0(\vec{Y})} \geq A.$$

В [7] показано, що оптимальна вагова обробка реалізується шляхом вагового складання комплексних амплітуд коливань, прийнятих елементами антенної системи, з комплексними ваговими коефіцієнтами. Вони вводяться поканально за допомогою, наприклад, атенуаторів та фазообертачів, на які подаються керуючі сигнали.

В узагальненому векторно-матричному запису маємо

$$\dot{Y}_\Sigma(t) = \vec{Y}^T(t) \vec{R}^*,$$

що визначається як множення вектор-рядка прийнятих коливань  $\vec{Y}^T(t)$  (розміром  $4M$ ) на комплексно-спряжений ваговий вектор-стовпець  $\vec{R}^*$ .

Вектор вагових коефіцієнтів  $\vec{R}$  обчислюється за формулою Вінера-Хопфа:

$$\vec{R} = \dot{M}_0^{-1} \cdot \vec{S}_c$$

де  $\dot{M}_0$  – ковариаційно-поляризаційна матриця перешкод розміром  $4M \times 4M$ ;

$\vec{S}_c$  – комплексний вектор, що враховує структуру ПВ очікуваного сигналу та напрямок його приходу відносно розкриття АС.

Результатом вагової обробки є достатня статистика вигляду

$$v = \vec{Y}^T \vec{R}^* = \vec{Y}^T \dot{M}_0^{-1} \vec{S}_c.$$

Оскільки процедура перевірки гіпотез полягає в порівнянні достатньої статистики з порогом  $A$ , величина якого залежить від обраного критерію виявлення, то рішення про наявність сигналу в прийнятій виборці приймається за умови

$$v \geq \ln A,$$

де поріг, наприклад,

$$\ln A = k \left( \vec{Y}_0^T \dot{M}_0^{-1} \vec{Y}_0 \right)^{\frac{1}{2}},$$

визначається за відсутності сигналу ( $\gamma_c = 0$ ) шляхом усереднення за простором та за часом. Коефіцієнт  $k$  обирають в залежності від заданого рівня хибної тривоги.

### Оцінка потенційної ефективності алгоритмів

Порівняльна оцінка ефективності роботи різних алгоритмів проводилась з врахуванням ідентичних початкових умов технічних параметрів РЛС, умов спостереження цілі типу МІГ-29 на атакуючих ракурсах та параметрів АШП. Були врахованими основні характеристики та параметри одного із відомих засобів виявлення та цілевказування.

Розглянуто наступні варіанти оцінки ефективності алгоритмів:

оцінка зони виявлення у вільному просторі без АШП;

оцінка зони виявлення при дії АШП без врахування роботи штатного просторового автокомпенсатора перешкод (ПАКП);

оцінка зони виявлення при дії АШП з врахуванням роботи штатного просторового автокомпенсатора перешкод, у якому виконується, як приклад, вагова просторова обробка;

оцінка зони виявлення при дії АШП з врахуванням роботи пропонуємого поляризаційно-просторового автокомпенсатора перешкод із повним поляризаційним прийманням (ПАКП із ППП), коли виконується вагова поляризаційно-просторова обробка;

оцінка зони виявлення при дії АШП з врахуванням роботи пропонуємого поляризаційно-просторового автокомпенсатора перешкод із повним поляризаційним зондуванням (ПАКП із ППЗ), коли вагова поляризаційно-просторова обробка виконується за результатами повного поляризаційного зондування простору.

Розрахунки ефективності виконувались з використанням імітаційної моделі-симулятора функціонування РЛС з врахуванням початкових умов та використання методу статистичних випробувань.

При проведенні розрахунків враховано, що в секторі огляду діє одна АШП з поляризаційними параметрами, що співпадають з відповідними щодо

зондувального сигналу, причому, ступінь поляризації складає  $m=0,9$ ; відношення спектральної щільності потужності АШП до спектральної щільності внутрішнього шуму приймального каналу 60 дБ. Заданими допустимими значеннями вірогідності правильного виявлення цілі вважаємо  $D=0,9$  та хибної тривоги не гірше ніж  $F=10^{-4}$ .

Результати моделювання зон виявлення цілі на фоні перешкоди представлено на рис. 1.

На рисунках цифрою 1 позначено межі нормованої дальності дії у вільному просторі за умови відсутності АШП; цифра 2 відповідає поверхні, яка обмежує зону дії з заданими показниками ефективності виявлення цілі на фоні АШП. На рис. 1, а зображено нормовану поверхню зони видимості РЛС у вільному просторі та при дії АШП без врахування роботи просторового автокомпенсатора перешкод. На рис. 1, б зображено межі нормованої зони виявлення цілі на фоні АШП та з врахуванням роботи просторового автокомпенсатора перешкод. Рис. 1, в ілюструє результати розрахунку з врахуванням роботи просторового автокомпенсатора перешкод із повним поляризаційним прийманням. На рис. 1, г показано результат моделювання при використанні просторового автокомпенсатора перешкод з використанням повного поляризаційного зондування простору.

За результатами якісного порівняння нормованих зон виявлення слід відзначити, що дія АШП приводить до суттєвого зменшення дальності виявлення (рис. 1, а), робота просторового АКЗ приводить до збільшення зони виявлення за напрямками бічних пелюстків діаграми спрямованості антени РЛС, проте по головній пелюстці виявлення цілі залишається вкрай проблематичним (рис. 1, б). Робота просторового АКЗ із повним поляризаційним прийманням загалом проводить до збільшення зони виявлення (рис. 1, в), і, що є важливим, до певного покращення виявлення цілі на фоні перешкоди по головній пелюстці, тобто, по суті, такий поляризаційний АКЗ має властивість захисту від перешкод головної пелюстки. Проте ефективність такого захисту суттєво залежить від індексу поляризації перешкоди, іншими словами – від ступеню поляризованості АШП.

Що стосується якісного зображення ефективності просторового АКЗ із повним поляризаційним зондуванням простору (рис. 1, г), то слід відмітити, що вплив перешкоди уже буде несуттєвим у всій зоні виявлення, включаючи й напрямки головної пелюстки діаграми спрямованості.

Кількісні результати оцінки ефективності роботи різних алгоритмів просторової та поляризаційно-просторової обробки без виділеного каналу приймання з урахуванням різного ступеню поляризації перешкоди проведено з урахуванням параметрів типового радіолокатора виявлення ЗРС. За результатами вихідних даних вважаємо, що дальність вияв-

лення цілі у вільному просторі без перешкоди досягає величини, наприклад, 325 км.

Дія перешкоди з індексом поляризації  $m=0,95$ , що є справедливим при спостереженні поляризованої перешкоди в реальних умовах, приведе до зменшення дальності виявлення цілі до 10,3 км за напрямком головної пелюстки діаграми спрямованості антени та до 30 км за напрямком першої бічної. За таких умов просторова компенсація АШП приведе до збільшення дальності з 30 до 94,2 км тільки за напрямком першої бічної пелюстки. Що ж стосується головної пелюстки, то дальність виявлення не зміниться, що і є очікуваним за потенційних умов.

Поляризаційно-просторова обробка з можливістю повного поляризаційного приймання та з тим же індексом поляризації АШП  $m=0,95$  може привести до несуттєвого збільшення дальності, до 14,7 км. Що стосується поляризаційно-просторової обробки з повним поляризаційним зондуванням, то за тих же вказаних умов дальність виявлення досягне величини 216,3 км за напрямком головної пелюстки та 323,4 км по напрямкам першої бічної, що свідчить про суттєву компенсацію АШП.

Слід відмітити несуттєву залежність дальності виявлення від індексу поляризації за просторової обробки та за відсутністю придушення АШП. Так при дії поляризованої АШП ( $m=1$ ) дальність виявлення становить 10,2 км, в той час коли при дії неполяризованої ( $m=0$ ) – 12,2 км. Це є свідченням того, що сама антена з однією поляризацією являє собою поляризаційний фільтр, який пропускає тільки ту складову поляризації перешкоди, яка співпадає з поляризацією самої антени.

Поляризаційно-просторова обробка з повним поляризаційним прийманням є чутливою щодо індексу поляризації та ефективна тільки для поляризованих перешкод. Збільшення дальності виявлення при перешкоді з індексом поляризації  $m=0,95$  по головній пелюстці складає з 10,3 до 17,4 км у зрівнянні з просторовою обробкою, а по бічній – з 94,2 до 156,8 км. Вказане свідчить про вдале поєднання поляризаційної та просторової обробки при дії поляризованих перешкод.

Що стосується перешкод неполяризованих та перешкод з низьким індексом поляризації як по головній, так і по бічним пелюсткам, то слід відмітити, що достатньо ефективною є при цьому поляризаційно-просторова обробка з можливістю повного поляризаційного зондування простору. Дальність виявлення досягає величини 216,3 км при дії АШП по головній пелюстці та 323,4 км при дії по бічній, тобто, вказана обробка є досить ефективною за вказаних умов досліджень.

Слід відзначити, що реалізація поляризаційно-просторової обробки сигналів при ППЗ простору пропонує суттєвих доробок апаратури РЛС.

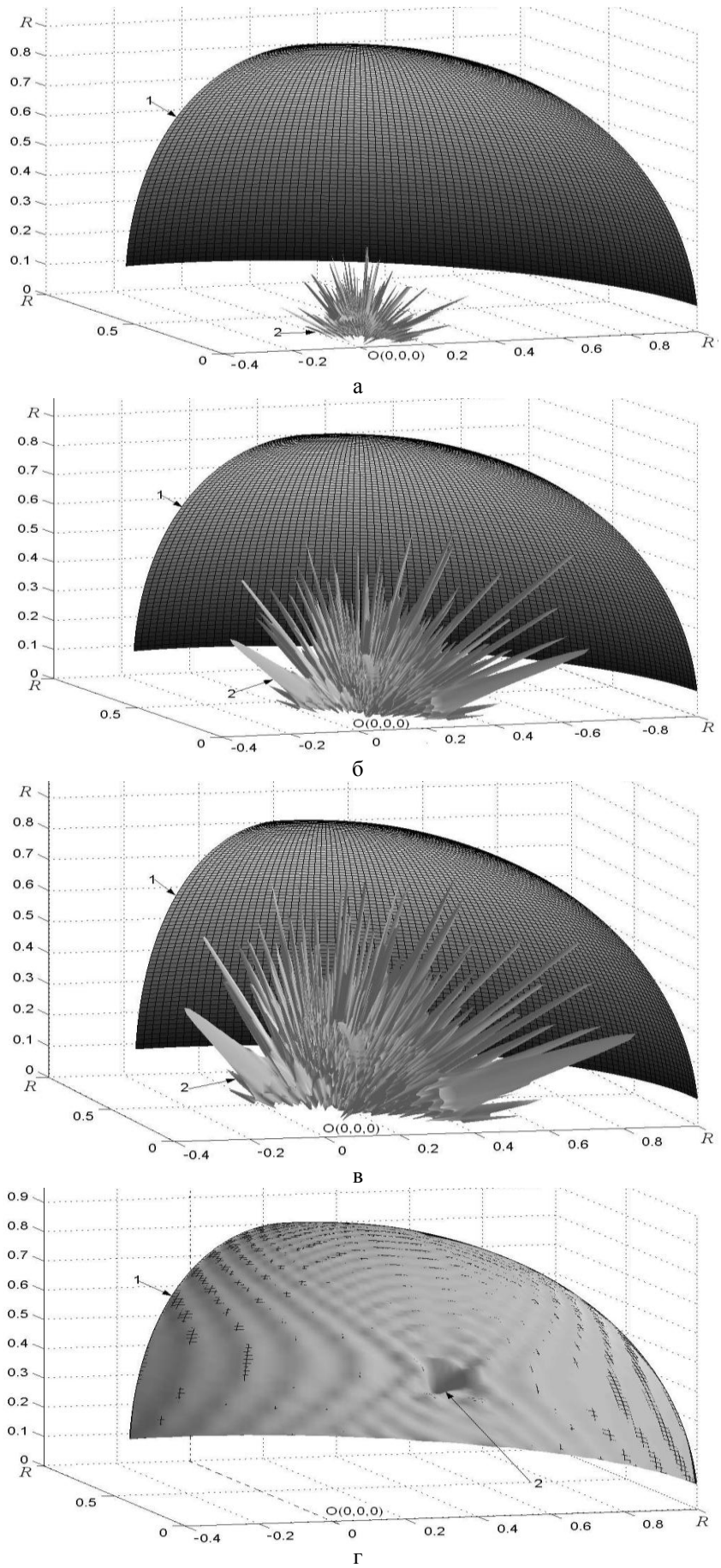


Рис. 1. Нормовані зони виявлення:  
а – без ПАКП; б – при роботі ПАКП; в – при роботі ПАКП з ППЗ; г – при роботі ПАКП з ППЗ

Це стосується, насамперед, двох поляризаційних каналів передавального пристрою, причому передавачі повинні забезпечувати генерування та підсилення ортогональних за внутрішньою структурою сигналів. Антена повинна мати два поляризаційні ортогональні канали. Приймальний пристрій також має бути двохканальним, а пристрої узгодженої фільтрації – чотирьохканальними. Для керування роботою пристроїв та реалізації розглянутих алгоритмів поляризаційно-просторової обробки необхідною є наявність потужного спеціалізованого обчислювача. Доцільним є використання різних алгоритмів обробки на різних етапах виконання основної задачі РЛС та за різних умов сигнальної та перешкодової обстановки.

### Висновки

1. Отримані результати свідчать, що поляризаційно-просторова обробка з повним поляризаційним прийманням є ефективною на фоні поляризованих перешкод та при їх дії по бічних пелюстках діаграми спрямованості антени РЛС.

2. Поляризаційно-просторова обробка з повним поляризаційним зондуванням забезпечує високу ефективність виявлення цілі на фоні навіть неполяризованих перешкод, що діють як по бічних, так і по головній пелюстці діаграми спрямованості.

3. Реалізація поляризаційно-просторової обробки з повним поляризаційним зондуванням у сучасних РЛС зенітних ракетних систем можлива на етапі їх модернізації або при створенні нових перспективних зразків озброєння. При цьому можливим є забезпечення оптимальних методів просторової та поляризаційно-просторової обробки, що засновані на обробці як скалярних, так і векторних сигналів. Рациональне використання того або іншого методу в окремих областях зони огляду простору створює

умови для мінімізації витрат у процесі роботи радіолокатора залежно від результатів оцінки перешкодової обстановки й технічного стану апаратури.

4. Застосування спільної поляризаційно-просторової вагової обробки сигналів на фоні перешкод при повному поляризаційному зондуванні дозволить значно покращити ефективність роботи РЛС у складній перешкодовій обстановці при мінімальних часових, частотних, просторових та поляризаційних відмінностях, а також при дії неполяризованих активних шумових перешкод, що може значно перешкодити передумові зриву виконання бойової задачі.

### Список літератури

1. Дрожжин А.И. Воздушные войны в Ираке и Югославии / А.И. Дрожжин, Е.В. Алтухов. – М.: ООО «Восточный горизонт», 2002. – 80 с.
2. Храбростин Б.В. Метод полного поляризаационного зондирования пространства / Б.В. Храбростин // Научные ведомости БелГУ, сер. Информатика, прикладная математика, управление. – Белгород: – 2004. – Т. 1, Вып. 1 (19). – С. 111-130.
3. Храбростин Б.В. Основные статистические свойства поляризаационных векторов рассеяния радиолокационных объектов различных классов / Б.В. Храбростин // Сб. НММ – X: ВИРТА, 1990. – Вып. 26. – С. 344-353.
4. Проблемы антенной техники. / Под ред. Л.Д. Бахраха, Д.Н. Воскресенского. – М.: Радио и связь, 1989. – 368 с.
5. Храбростин Б.В. Применение метода полного поляризаационного зондирования в РЛС / Б.В. Храбростин, А.А. Мартынчук, Г.Н. Зубрицкий // Сб. науч. тр. 6 Междунауч. НТК, вып. 6, ч. 1. – X: ХГПУ, 1998. – С. 351-354.
6. Ширман Я.Д. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех / Я.Д. Ширман, В.Н. Манжос. – М.: Радио и связь, 1981. – 416 с.

Надійшла до редколегії 7.10.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.І. Сухаревський, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ НА ФОНЕ АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ В РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЯХ С РАЗНЫМИ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ ОБРАБОТКИ

А.А. Мартынчук, Г.Н. Зубрицкий, Н.И. Рожков

Представлены алгоритмы весовой пространственной и поляризаационно-пространственной обработки сигналов на фоне активных шумовых помех и результаты сравнительной оценки показателей эффективности их работы с учетом разных поляриметрических режимов работы, а именно – режим работы на одной скалярной поляризации, работа при полном поляризаационном приеме и полном поляризаационном зондировании пространства. Рассмотрены особенности реализации метода полного поляризаационного зондирования пространства в современных и перспективных радиолокационных станциях обнаружения и целеуказания зенитных ракетных систем.

**Ключевые слова:** поляризаационный вектор рассеивания, поляризаационно-пространственная обработка, поляриметрические режимы работы, полное поляризаационное зондирование пространства.

### POLARIZABLE-DIMENSIONAL SIGNAL PROCESSING ON BACKGROUND OF ACTIVE NOISE INTERFERENCE IN RADAR STATION WITH DIFFERENT POLARIMETRIC PROCESSING MODES

A.A. Martynchuk, G.N. Zubrickyi, N.I. Rogkov

It is represented the algorithms of weight dimensional and polarizable-dimensional signal processing on background of active noise interferences and results of comparative estimation of efficiency indexes of their operation with take into account different polarimetric operation modes, viz operation mode on one scalar polarization, operation with absolute polarization stacking and operation with absolute probing of airspace. It is considered the implementation peculiarities of absolute polarization probing airspace in modern and perspective target indicated radar stations of antiaircraft-missile systems.

**Keywords:** dispersion polarization vector, polarization-dimensional process, polarimetric operation modes, absolute polarization airspace probing.