

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРЕЛЯЦІЙНО-ІНТЕРФЕРОМЕТРИЧНОГО МЕТОДУ ПЕЛЕНГУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА

На сьогодні пеленгування радіоелектронних засобів здійснюється в умовах складної електромагнітної обстановки (ЕМО), що характеризується багатопроменевим поширенням радіовипромінювань та перекриванням за частотою корисного сигналу і завад. Перспективним напрямком реалізації пеленгування для вказаних умов є використання цифрових широкосмугових кореляційно-інтерферометричних радіопеленгаторів з антенною решіткою (АР), та цифровим синтезом її діаграми спрямованості (ДС).

В результаті проведених досліджень розроблено безпошуковий цифровий метод кореляційно-інтерферометричного пеленгування з використанням перетворення Гільберта, що за рахунок поєднання паралельної просторової селекції та безпошукової дисперсійно-кореляційної оцінки напрямків на джерела радіовипромінювань на основі реконструювання просторового аналітичного сигналу здійснює пеленгування джерел радіовипромінювань, спектри яких повністю перекриваються за частотою в реальному масштабі часу. Запропонований метод підвищує завадозахищеність та точність пеленгування за рахунок використання паралельної просторової селекції та синтезу однієї багатопелюсткової ДС з мінімальною шириною пелюсток, що визначається кількістю елементів АР.

Для реалізації просторової селекції з мінімальними часовими витратами доцільно використати паралельний просторово-вибірковий прийом та розділення випромінювань суміші $U_z(j\omega_{S,k})$. Для цього необхідно здійснити оброблення прийнятих радіовипромінювань, що еквівалентне дії антенної системи, що перекриває заданий сектор радіопеленгування. Враховуючи наявність власного адитивного гаусового шуму $n_z(t)$ пеленгаційних каналів, оброблення необхідно здійснювати оптимальним чином, забезпечуючи максимум функціонала правдоподібності. Вказані вимоги доцільно реалізувати процедурою цифрового синтезу з використанням алгоритму швидкого перетворення Фур'є (ШПФ):

$$U_z(j\Omega_p) = \sum_{z=0}^{Z-1} \text{Re}[U_z(j\omega_{S,k})] \cdot \exp(-j\Omega_p \cdot z) \cdot W(z) \quad (1)$$

де $\Omega_p = 2\pi \cdot p / d \cdot Z$ – значення просторової частоти, що визначає напрямок p -ї пелюстки, $p = 0, 1, \dots, Z-1$;

$U_z(j\omega_{S,k})$ – спектральна суміш;

d – відстань між елементами АР;

$W(z)$ – вагова функція спектрального аналізу, що визначає форму пелюстки ДС.

За визначенням взаємним спектром $S_{12A}(j\Omega_p, z_1, z_2)$ здійснюють оцінку значень просторових частот $\hat{\Omega}_{S,p}$ випромінювань з використанням дисперсійно-кореляційного оброблення в межах p -х пелюсток з екстремальними частотами Ω_p^* :

$$\hat{\Omega}_{S,p} = 1 / z_2 - z_1 \cdot \left[\frac{\sum_{k=0}^{N_S-1} H_B(\omega_{S,k}) \cdot S_{12A,k}(\Omega_p, z_1, z_2) \cdot \sin(\Delta\psi_{A,k}(\Omega_p, z) \cdot K_\gamma(\omega_{S,k}))}{\sum_{k=0}^{N_S-1} H_B(\omega_{S,k}) \cdot S_{12A,k}(\Omega_p, z_1, z_2) \cdot \cos(\Delta\psi_{A,k}(\Omega_p, z) \cdot K_\gamma(\omega_{S,k}))} + \arctg \left(\frac{\sum_{k=0}^{N_S-1} H_B(\omega_{S,k}) \cdot S_{12A,k}(\Omega_p, z_1, z_2) \cdot \sin(\Delta\psi_{A,k}(\Omega_p, z) \cdot K_\gamma(\omega_{S,k}))}{\sum_{k=0}^{N_S-1} H_B(\omega_{S,k}) \cdot S_{12A,k}(\Omega_p, z_1, z_2) \cdot \cos(\Delta\psi_{A,k}(\Omega_p, z) \cdot K_\gamma(\omega_{S,k}))} \right) \right] \cdot v \cdot \pi + \Delta\psi_W(\Omega_p^*, z) \quad (2)$$

де $H_B(\omega_{S,k}) = \omega_{S,k} / \omega_{S,H}$ – комплексна частотно-просторова характеристика відбілюючого фільтра;

$S_{12A,k}(\Omega_p, z_1, z_2)$ – взаємні комплексні просторові спектри;

$\Delta\psi_{A,k}(\Omega_p, z)$ – різниці аргументів комплексного аналітичного сигналу

$\omega_{S,H}$ – нижня частота в спектрі $U_z(j\omega_{S,k})$ прийнятої суміші $U_z(t)$;

v – коефіцієнт корекції для функції $\arctg(\bullet)$;

$v = 0$ при $\cos(\Delta\varphi_k) > 0$; $v = -1$ при $\cos(\Delta\varphi_k) < 0$.

Таким чином, запропонований метод пеленгування має мінімальні обчислювальні витрати за рахунок синтезу тільки однієї багатопелюсткової ДС на основі використання ШПФ.

Метод пеленгування розроблено на основі використання перетворення Гільберта і він розв'язує поставлену задачу пеленгування джерел широкосмугових радіовипромінювань в реальному масштабі часу за умови складної ЕМО.