

Зв'язок, радіотехніка, радіолокація, електроніка

УДК 621.397.671

Л.Г. Корнієнко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНТЕННИХ РЕШІТОК ОРТОГОНАЛЬНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ З ВИПАДКОВИМИ ФАЗОВИМИ ПОМИЛКАМИ

Досліджена поляризаційна структура поля лінійної антенної решітки із двох підрешіток ортогональних вібраторів і дворівневою схемою збудження з випадковими фазовими помилками, що викликають флуктуації поляризації антени. Показано, що помилки можуть суттєво впливати на ступінь поляризації хвилі та коефіцієнт еліптичності повністю поляризованої складової поля і тому їх треба враховувати при оцінці якісних показників радіотехнічної системи.

Ключові слова: антенна решітка, підрешітка, ортогональні вібратори, частково поляризована хвиля, фазові помилки, ступінь поляризації, поляризаційна характеристика, коефіцієнт еліптичності, дисперсія, коефіцієнт кореляції.

Вступ

Антенни з керованою поляризацією широко використовують в РТС для покращення їх характеристик [1]. Тому важливо визначити вплив різних факторів на поляризаційні властивості поля антен, перш за все неминучих випадкових помилок в збудженні випромінювачів. Це дозволяє, зокрема, пред'явити вимоги до точностних характеристик пристроїв керування амплітудно-фазовим розподілом в розкриві антени. В [2, 3] досліджувались поляризаційні характеристики антенних решіток біортогональних випромінювачів з випадковими фазовими помилками. Приймалося, що в схемі збудження решітки кожний канал поділяється на два підканали для живлення ортогональних вібраторів з суміщеними фазовими центрами. Практичне значення мають решітки, що побудовані з двох підрешіток з взаємно ортогональних вібраторів [1]. Управління поляризацією досягається шляхом зміни амплітуд і фаз сигналів на входах підрешіток. Крім того, в кожній підрешітці є пристрої керування амплітудно-фазовим розподілом. Виникає задача визначення поляризаційних характеристик таких антенних решіток при наявності флуктуацій струмів на всіх рівнях схеми збудження.

Метою роботи є дослідження поляризаційного стану поля, що випромінюється антенною решіткою із двох підрешіток з взаємно ортогональними вібраторами з врахуванням випадкових фазових помилок в струмах збудження.

Основний матеріал

Поле випромінювання решітки. Розглянемо лінійну антенну решітку (рис. 1) елементарних вібраторів довжиною l . X-вібратори (паралельні вісі ox) збуджуються струмами з комплексними амплітудами I_{xn} , $n = 0, \dots, N - 1$, y-вібратори (паралельні вісі oy) – струмами I_{ym} , $m = 0, \dots, N - 1$.

раторів довжиною l . X-вібратори (паралельні вісі ox) збуджуються струмами з комплексними амплітудами I_{xn} , $n = 0, \dots, N - 1$, y-вібратори (паралельні вісі oy) – струмами I_{ym} , $m = 0, \dots, N - 1$.

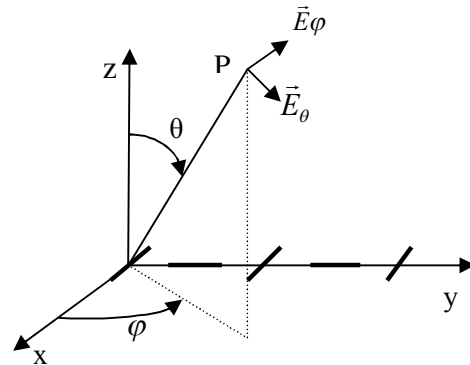


Рис. 1. Антенна решітка в системі координат

Вібратори збуджують в точці спостереження P поле з вектором напруженості [4]

$$\vec{E}_{xn(ym)}(P) = (jWl / 2\lambda) \times [\exp(-jkR_{n(m)}) / R_{n(m)}] I_{xn(ym)} \vec{p}_{x(y)}, \quad (1)$$

де W , $k = 2\pi/\lambda$ – хвильовий опір і хвильове число вільного простору; λ – довжина хвилі; $R_{n(m)}$ – відстань від початку місцевої системи координат $n(m)$ -го вібратора до точки спостереження P;

$$\vec{p}_x = (-\vec{i}_\theta \cos \theta \cos \varphi + \vec{i}_\varphi \sin \varphi); \quad (2)$$

$$\vec{p}_y = (-\vec{i}_\theta \cos \theta \sin \varphi - \vec{i}_\varphi \cos \varphi) -$$

відповідно векторні ДС x-, y-вібраторів в лінійному поляризаційному базисі, що створений ортами $(\vec{i}_\theta, \vec{i}_\varphi)$ сферичної системи координат. Цей базис формується полем x-, y-вібраторів в площинах φ ,

кратних $\pi/2$. Решітка уявляє собою дві вкладених лінійних еквідистантних (з кроком d) x - та y -підрешітки, відповідно з x - та y -вібраторів. Підрешітки зсунуті уздовж вісі ou на відстань d_1 . Повне поле в дальній зоні решітки є векторною сумою полів, що створюються підрешітками в точці спостереження

$$\vec{E}(P) = B \left[\vec{p}_x \sum_{n=0}^{N-1} I_{xn} \exp(jkdn \sin \theta \sin \varphi) + \vec{p}_y \sum_{m=0}^{N-1} I_{ym} \exp(jk(d_1 + md) \sin \theta \sin \varphi) \right], \quad (3)$$

де $B = (jWl/2\lambda)\exp(-jkR_0)/R_0$; R_0 – відстань від початку системи координат до точки спостереження. В площинах $\varphi = i0,5\pi$, $i = 0, \dots, 3$, скалярний добуток $\vec{p}_x \vec{p}_y^* = 0$, поля підрешіток ортогональні. Входи підрешіток збуджуються коливаннями з комплексними амплітудами $a_{x,y} = |a_{x,y}| \exp(j\varphi_{x,y})$, що визначають поляризацію поля решітки. Підрешітки мають амплітудно-фазовий розподіл (АФР) $i_{xn} = |i_{xn}| \exp(j\varphi_{xn})$, $i_{ym} = |i_{ym}| \exp(j\varphi_{ym})$, який впливає на спрямованості властивості решітки. Внаслідок впливу різноманітних факторів [5] виникають фазові помилки. Струми збудження стають випадковими

$$I_{xn} = i_{xn} a_x = |i_{xn}^0| \exp(j(\varphi_{xn}^0 + \delta\varphi_{xn})) |a_x^0| \exp(j(\varphi_x^0 + \delta\varphi_x)) = I_{xn}^0 \exp(j(\delta\varphi_{xn} + \delta\varphi_x));$$

$$I_{ym} = i_{ym} a_y = |i_{ym}^0| \exp(j(\varphi_{ym}^0 + \delta\varphi_{ym})) |a_y^0| \exp(j(\varphi_y^0 + \delta\varphi_y)) = I_{ym}^0 \exp(j(\delta\varphi_{ym} + \delta\varphi_y)). \quad (4)$$

Індексом «0» відзначені АФР у відсутності помилок. Будемо вважати, що фазові помилки в збудженні вібраторів $\delta\varphi_{xn}$, $\delta\varphi_{ym}$ (перший рівень) та підрешіток $\delta\varphi_x$, $\delta\varphi_y$ (другий рівень) незалежні, розподілені за нормальними законами з нульовими середніми значеннями, дисперсіями $\overline{(\delta\varphi_{xn})^2} = \overline{(\delta\varphi_{ym})^2} = \sigma_0^2$, $\overline{(\delta\varphi_x)^2} = \overline{(\delta\varphi_y)^2} = \sigma_s^2$, і коефіцієнтами кореляції:

$$r_s = \overline{(\delta\varphi_x \delta\varphi_y)} / \sigma_s^2;$$

$$r_x(n, i) = \overline{(\delta\varphi_{xn} \delta\varphi_{xi})} / \sigma_0^2 = \delta_{ni};$$

$$r_y(m, k) = \overline{(\delta\varphi_{ym} \delta\varphi_{yk})} / \sigma_0^2 = \delta_{mk};$$

$$r_{xy}(n, m) = \overline{\delta\varphi_{xn} \delta\varphi_{ym}} / \sigma_0^2 = r_{xy}$$

при $n = m$, 0 при $n \neq m$. (5)

Риса зверху позначає статистичне усереднення, символ Кронекера $\delta_{ij} = 1$ при $i = j$, 0 при $i \neq j$. Наведені дані за статистичні характеристики фазових помилок свідчать, що розкид фаз в струмах збудження вібраторів у двох підрешіток статистично однаковий, однаковими є також дисперсії фаз коливань на входах x - та y -підрешіток. Фазові помилки в різних x - (або y -

) вібраторах кожної підрешітки не корельовані, у сусідніх x - та y -вібраторах вони мають взаємний коефіцієнт кореляції r_{xy} , зокрема за рахунок взаємного зв'язку, а у більш віддалених вібраторах – взаємно некорельовані. Флуктуації фаз коливань на входах підрешіток мають коефіцієнт кореляції r_s . Коефіцієнти кореляції r_{xy} , r_s характеризують статистичні зв'язки фазових помилок в системі підрешіток. Вирази (1) – (5) визначають поле випромінювання решітки, що має інформацію за спрямовані і поляризаційні характеристики антени в умовах наявності фазових помилок струмів збудження.

Вихідні співвідношення. Флуктуації фаз приводять до флуктуацій ортогональних складових поля випромінювання, поле решітки стає частково поляризованим. Для визначення статистичних характеристик поля решітки скористуємося методом параметрів Стокса [6], що визначаються виразами

$$s_0 = \overline{|E_\varphi|^2} + \overline{|E_\theta|^2}; \quad s_1 = \overline{|E_\theta|^2} - \overline{|E_\varphi|^2};$$

$$s_2 = \overline{E_\varphi E_\theta^*} + \overline{E_\theta E_\varphi^*}; \quad s_3 = j(\overline{E_\varphi E_\theta^*} - \overline{E_\theta E_\varphi^*}), \quad (6)$$

де

$$E_\theta = B \cos \theta (-\cos \varphi F_{Nx}(\theta, \varphi) - \sin \varphi \exp(j\tau) F_{Ny}(\theta, \varphi)),$$

$$E_\varphi = B(\sin \varphi F_{Nx}(\theta, \varphi) - \cos \varphi \exp(j\tau) F_{Ny}(\theta, \varphi)) - (7)$$

окремі реалізації ортогональних складових повного поля решітки в лінійному поляризаційному базисі, які визначаються з виразу (3), $\tau = kd_1 \sin \theta \sin \varphi$ – набіг фази на різниці ходу хвиль між сусідніми ортогональними вібраторами;

$$F_{Nx(Ny)}(\theta, \varphi) = \sum_{n=0}^{N-1} I_{xn(yn)} \exp(jkdn \sin \theta \sin \varphi) - (8)$$

випадкові множники x -, y -підрешіток. Символ * вказує на комплексне спряження. За винятком площин φ , кратних $\pi/2$, кожна з ортогональних складових поля формується як x -, так і y -вібраторами. За параметрами Стокса розраховуються ступінь поляризації поля

$$\chi = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2} / s_0, \quad (9)$$

як відношення інтенсивності повністю поляризованої (ПП) складової поля до повної інтенсивності поля, та геометричні параметри еліпсу поляризації ПП складової поля: коефіцієнт еліптичності

$$v = \text{tg } 0,5 \arcsin [s_3 / \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2}] \quad (10)$$

і кут орієнтації великої вісі еліпса поляризації

$$\beta = 0,5 \arctg s_2 / s_1. \quad (11)$$

Середня інтенсивність повного поля (3) решітки визначається таким виразом:

$$s_0 = \overline{|\vec{E}|^2} = |B|^2 \left\{ \exp(-\sigma_0^2) \left[\overline{|F_{Nx}^0|^2} |\vec{p}_x|^2 + \overline{|F_{Ny}^0|^2} |\vec{p}_y|^2 \right] + (1 - \exp(-\sigma_0^2)) \times \left[\sum_{n=0}^{N-1} (\overline{|I_{xn}^0|^2} |\vec{p}_x|^2 + \overline{|I_{yn}^0|^2} |\vec{p}_y|^2) \right] \right\} +$$

$$\begin{aligned}
& +2 \exp(-\sigma_s^2(1-r_s)) \cdot \text{Re}[(\bar{p}_x \bar{p}_y^*) \exp(-j\tau) \times \\
& \times \left\{ [\exp(-\sigma_0^2(1-r_{xy})) - \exp(-\sigma_0^2)] \times \right. \\
& \left. \times \sum_{n=0}^{N-1} I_{xn}^0 I_{yn}^{0*} + \exp(-\sigma_0^2) F_{Nx}^0 F_{Ny}^{0*} \right\} \Bigg\}, \quad (12)
\end{aligned}$$

де F_{Nx}^0 , F_{Ny}^0 – множники x-, y-підрешіток (8) у відсутності фазових помилок.

Середня інтенсивність поля решітки визначається сумою середніх інтенсивностей відповідних полів кожної підрешітки, що залежать тільки від дисперсії некорельованих фазових помилок в них, та середньої взаємної інтенсивності полів x-, y-підрешіток (третій доданок в (12)), на яку впливають фазові помилки в системі підрешіток. В площинах φ , кратних $\pi/2$, взаємна інтенсивність відсутня, бо в цих площинах поля підрешіток ортогональні. Вирази для середніх інтенсивностей ортогональних складових поля $|\overline{E_\theta}|^2$, $|\overline{E_\varphi}|^2$ аналогічні виразу (12), в котрому потрібно замінити вектор \bar{p}_x на його проекцію $p_{x\alpha}$, \bar{p}_y на $p_{y\alpha}$, де $p_{x(y)\alpha} = \bar{p}_{x(y)} \bar{p}_\alpha^*$ (13), – ДС x- (y-) вібраторів на поляризації \bar{p}_α . Орт $\bar{p}_\alpha = \bar{i}_\theta$ або \bar{i}_φ .

Отримаємо вирази для змішаних початкових моментів ортогональних складових поля, що потрібно для визначення параметрів Стокса:

$$\begin{aligned}
\overline{E_\varphi E_\theta^*} &= |B|^2 \cos \theta \left\{ \sin \varphi \cos \varphi \times \right. \\
& \left((1 - \exp(-\sigma_0^2)) \sum_{n=0}^{N-1} (|I_{yn}^0|^2 - |I_{xn}^0|^2) + \right. \\
& \left. \left. + \exp(-\sigma_0^2) (|F_{Ny}^0|^2 - |F_{Nx}^0|^2) \right) \right\} + \\
& + \cos^2 \varphi \exp(j\tau) \mu^*(\theta, \varphi) - \sin^2 \varphi \exp(-j\tau) \mu(\theta, \varphi); \\
\overline{E_\theta E_\varphi^*} &= \overline{E_\varphi E_\theta^*}^*, \\
\mu(\theta, \varphi) &= \exp(-\sigma_s^2(1-r_s)) \times \\
& \times \left[\left(\exp(-\sigma_0^2(1-r_{xy})) - \exp(-\sigma_0^2) \right) \times \right. \\
& \left. \times \sum_{n=0}^{N-1} I_{xn}^0 I_{yn}^{0*} + \exp(-\sigma_0^2) F_{Nx}^0 F_{Ny}^{0*} \right]. \quad (14)
\end{aligned}$$

Розрахунковий приклад. Роздивимося випадок, коли у відсутності помилок підрешітки мають рівномірний амплітудний ($|i_{xn}^0| = |i_{yn}^0| = 1$) і фазовий ($\varphi_{xn}^0 = \varphi_{yn}^0 = 0$) розподіли. Решітка випромінює в напрямі $\theta = 0$ поле правої кругової поляризації ($a_x^0 = ja_y^0$, $a_y^0 = 1$). Повна середня інтенсивність поля $s_0 = |BN|^2 \{ (1 + \cos^2 \theta) g(\psi) - \sin 2\varphi \sin^2 \theta \sin(\tau) b(\psi) \}$, (15) де

$$g(\psi) = \exp(-\sigma_0^2) |F_N^0|^2 + (1 - \exp(-\sigma_0^2)) / N;$$

$$b(\psi) = \exp(-\sigma_s^2(1-r_s)) [(\exp(-\sigma_0^2(1-r_{xy})) - \exp(-\sigma_0^2)) / N] + \exp(-\sigma_0^2) |F_N^0|^2,$$

$|F_N^0| = |\sin(0,5N\psi)/N \sin(0,5\psi)|$ – нормований множник підрешітки у відсутності фазових помилок, $\psi = kd \sin \theta \sin \varphi$ – фазовий зсув між полями сусідніх вібраторів підрешітки в точці спостереження. Функція $g(\psi)$ визначає середній множник підрешітки з некорельованими фазовими помилками в її розкритті. Функція $b(\psi)$ визначає вплив фазових помилок в системі підрешіток на взаємну інтенсивність поля. У відсутності фазових помилок $g(\psi) = b(\psi) = |F_N^0|^2$. Спрямовані властивості решітки в площині розміщення випромінювачів ($\varphi = \pi/2$) визначаються в основному множником підрешітки. Спотворення ДС є типовими для антенних решіток [5]. В площині $\varphi = 0$, що ортогональна вісі решітки, ДС визначається парою ортогональних вібраторів, з котрих тільки x-вібратор має спрямоване випромінювання. Середня ДС в цій площині має таку ж форму, що і у відсутності помилок, фазові помилки впливають на її «масштаб».

Параметри Стокса s_1 , s_2 , s_3 визначаються такими формулами

$$s_1 = |BN|^2 \left\{ -\sin^2 \theta \cdot g(\psi) + (1 + \cos^2 \theta) \sin 2\varphi \sin \tau \cdot b(\psi); \right.$$

$$s_2 = 2 \text{Re} E_\varphi E_\theta^* = 2 |BN|^2 \cos \theta \cos 2\varphi \sin \tau \cdot b(\psi);$$

$$s_3 = -2 \text{Im} E_\varphi E_\theta^* = 2 |BN|^2 \cos \theta \cos \tau \cdot b(\psi). \quad (16)$$

Враховуючи (15), (16), маємо з (9), що у відсутності фазових помилок $\chi = 1$, поле решітки є повністю поляризованим. В напрямі $\theta = 0$ параметри $s_1 = s_2 = 0$, коефіцієнт еліптичності (10) $v = 1$, повністю поляризована складова поля має праву кругову поляризацію. Фазові помилки в цьому напрямі впливають лише на ступінь поляризації $\chi = b(\psi)/g(\psi)$. В напрямі $\theta = 0,5\pi$ решітка випромінює поле лінійної (горизонтальної) поляризації ($v = 0$, $\beta = 0$), тому при будь яких фазових помилках воно є повністю поляризованим. В цьому напрямі фазові помилки не змінюють поляризаційний стан поля.

Наведемо для площини $\varphi = 0,5\pi$ результати розрахунків поляризаційних характеристик антени, що має в кожній підрешітці $N = 10$ випромінювачів, що розташовані з кроком $d = 0,5\lambda$. Роздивимося два варіанти побудови решітки: ортогональні випромінювачі суміщені $d_1 = 0$ і зсунуті на відстань $d_1 = 0,25\lambda$. На рис. 2 наведені графіки залежності ступеня поляризації хвилі $\chi(\theta, \sigma_0^2, \sigma_s^2, r_s, r_{xy}, d_1)$, рис. 2, а, та коефіцієнта еліптичності $v(\theta, \sigma_0^2, \sigma_s^2, r_s, r_{xy}, d_1)$, рис. 2, б, від кута θ (в рад.) для різних значень ста-

тистичних характеристик помилок першого і другого рівня, що вказані на рис. в аргументах функцій χ

та v . Значення d_1 вказані в довжинах хвилі.

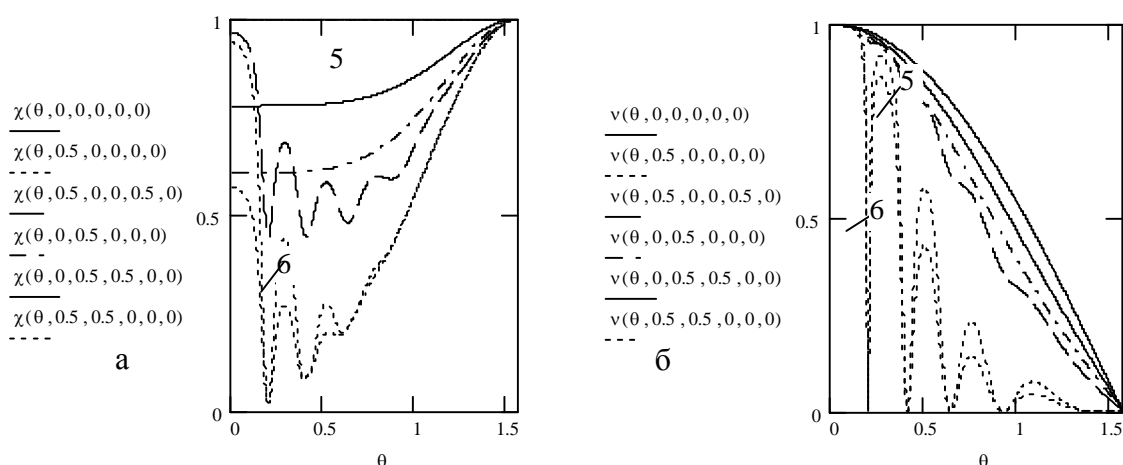


Рис. 2. Діаграма за ступенем поляризації (а) і поляризаційна діаграма (б) при $d_1=0$

У відсутності помилок при $\theta = \pi/2$ (суцільні криві) поле повністю поляризовано, поляризація поступово змінюється з кругової до лінійної. При некорельованих фазових помилках першого рівня з дисперсією $\sigma_0^2 = 0,5 \text{ рад}^2$ (пунктирні криві) діаграма за ступенем поляризації і поляризаційна діаграма мають різко осцилюючий характер. Виділяються головні і бічні пелюстки в межах, що відповідають ДС за потужністю [7]. В напрямках $\theta = 0$ і $\theta = 5^\circ$, що відповідають головному максимуму та півширині ДС у відсутності помилок, ступінь поляризації $\chi = 0,94$ і $0,89$, а коефіцієнт еліптичності $v = 1$ і $0,996$. При $d_1=0$ параметр $s_2 = 0$ і кут орієнтації еліпсу поляризації $\beta = 0$. Отже, в головному пелюстку поляризаційні параметри поля внаслідок дії некорельованих фазових помилок першого рівня в середньому змінюються досить повільно. В напрямі першого бічного пелюстка ПП компонента складає 44% від повної інтенсивності поля і має коефіцієнт еліптичності $0,93$. Отже, поляризована компонента поля в бічних пелюстках значно менша, ніж в межах ширини ДС. При наявності кореляції r_{xy} фазових помилок в кожній парі ортогональних вібраторів поляризаційний стан антени поліпшується. Із збільшенням r_{xy} (штрихові криві, $r_{xy} = 0,5$) ступінь поляризації і коефіцієнт еліптичності для всіх кутів θ прямує до значень у відсутності помилок і при $r_{xy} = 1$ співпадають з ними. Це відбувається тому, що при $r_{xy} = 1$ кожна пара ортогональних вібраторів випромінює хвилі з поляризацією, що і у відсутності помилок, поляризація решітки визначається поляризацією пари випромінювачів. При некорельованих фазових помилках другого рівня ($r_s = 0$) з дисперсією $\sigma_s^2 = 0,5 \text{ рад}^2$ (штрих-пунктирні криві) діаграма за ступенем поляризації і поляризаційна

діаграма змінюються плавно, без осциляцій. При $\theta = 0$ значення $\chi = 0,61$, що значно менше, ніж для некорельованих помилок першого рівня. Коефіцієнт еліптичності при зміні кута θ змінюється від 1 до 0 на зменшених рівнях, ніж у відсутності помилок.

При наявності кореляції флуктуацій фази на входах підрешіток ступінь поляризації і коефіцієнт еліптичності збільшуються (крива 5) і при $r_s = 1$ стають такими, як у початковій решітці. Фізично це означає, що при $r_s = 1$ фази сигналів на входах змінюються синхронно, решітка стає синфазною, як у відсутності помилок. При сумісній дії некорельованих фазових помилок першого і другого рівня (крива 6) ДС за ступенем поляризації і поляризаційна діаграма по формі схожі на відповідні функції для фазових помилок першого рівня, але мають менші значення. Поряд з випадком $d_1 = 0$ розглянемо далі випадок $d_1 = 0,25\lambda$, коли фазові центри сусідніх ортогональних вібраторів зсунуті уздовж вісі ou (рис. 1) на півкроку підрешітки. В цьому разі внаслідок появи різниці ходу хвиль виникає додатковий фазовий зсув між полями сусідніх вібраторів. В напрямку $\theta = 0$ цей зсув фаз $\tau = 0$ і дані за поляризаційний стан решітки при $d_1 = 0$ і $d_1 = 0,25\lambda$ співпадають.

В інших напрямках зміна фазових співвідношень між ортогональними полями сусідніх вібраторів в площині $\phi = 0,5\pi$ суттєво впливає лише на поляризаційну характеристику антени.

На рис. 3 наведені графіки для v при тих же значеннях статистики помилок, що і на рис. 2. Коефіцієнт еліптичності змінюється за кутовою координатою значно швидше, ніж при $d_1 = 0$. Так, в напрямках $\theta = 0$ і 5° величина $v = 1$ і $0,87$ і на ці значення слабо впливають фазові помилки.

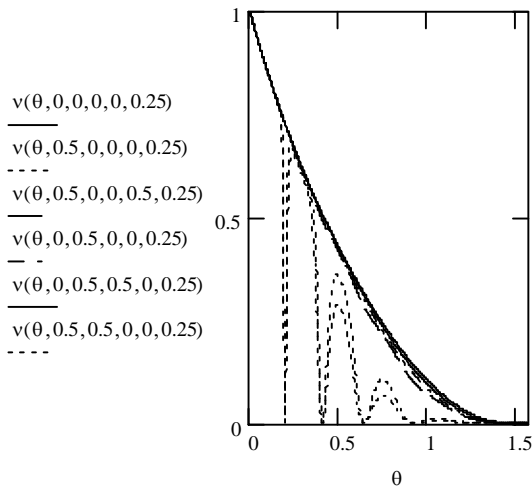


Рис. 3. Поляризаційна характеристика антени

ВИСНОВКИ

Визначені особливості впливу фазових помилок, що виникають на кожному з двох рівнів схеми збудження антенної решітки, на діаграму за ступенем поляризації поля випромінювання і поляризаційну діаграму повністю поляризованої складової. Найбільш впливовими є некорельовані фазові помилки.

Фазові помилки можуть суттєво змінювати поляризаційний стан поля, особливо в області бічних пелюсток ДС антени. Отримані результати дозволяють оцінити ступінь спотворення поляризаційних характеристик решітки з фазовими помилками в схемі збудження і визначити вимоги до стабільності пристроїв керування фазовим розподілом в розкритті антени. Отриманими формулами і графіками можна скористатися для визначення втрат потужності

сигналів на виході приймальної антени внаслідок зміни поляризаційного стану поля під дією фазових помилок.

Список літератури

1. Справочник по радиолокации: пер. с англ. / Под ред. М. Скольника. – М.: Сов. радио, 1977. – Т. 2. Радиолокационные антенные устройства. – 408 с.
2. Корниенко Л.Г. Влияние случайных фазовых ошибок на поляризационные характеристики антенной решетки / Л.Г. Корниенко // Изв. вуз. Радиоэлектроника. – 2010. – Т. 53, № 4. – С. 18-27.
3. Корниенко Л.Г. Статистика поля антенных решеток с флуктуирующей поляризацией / Л.Г. Корниенко // Антенны: сб. стат. – М.: ИПРЖР, 2010. – Вып. 3 (154). – С. 11-21.
4. Марков Г.Т. Антенны / Г.Т. Марков, Д.М. Сазонов. – М.: Энергия, 1975. – 520 с.
5. Шифрин Я.С. Статистика поля антенных решеток / Я.С. Шифрин, Л.Г. Корниенко // Антенны: сб. стат. – М.: ИПРЖР, 2000. – Вып. 1 (44). – С. 3-26.
6. Борн М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. – М.: Наука, 1970. – 810 с.
7. Корниенко Л.Г. Спрямовані характеристики антенних решіток ортогональних вібраторів з випадковим фазовим розподілом / Л.Г. Корниенко // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НіУ, 2011. – Вип. 3 (19). – С. 42-46.

Надійшла до редколегії 12.10.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.М. Седишев, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ОРТОГОНАЛЬНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ СО СЛУЧАЙНЫМИ ФАЗОВЫМИ ОШИБКАМИ

Л.Г. Корниенко

Исследована поляризационная структура поля линейной антенной решетки из двух подрешеток ортогональных вибраторов и двухуровневой схемой возбуждения со случайными фазовыми ошибками, вызывающими флуктуации поляризации антенны. Показано, что ошибки могут существенно влиять на степень поляризации волны и коэффициент эллиптичности полностью поляризованной компоненты поля и поэтому их нужно учитывать при оценке качественных показателей радиотехнической системы.

Ключевые слова: антенная решетка, подрешетка, ортогональные вибраторы, частично поляризованная волна, фазовые ошибки, степень поляризации, поляризационная характеристика, коэффициент эллиптичности, дисперсия, коэффициент корреляции.

POLARIZED CHARACTERISTICS OF ANTENNA ARRAYS OF ORTHOGONAL OSCILLATORS WITH PHASE ERRORS

L.G. Kornienko

Polarized field structure of linear antenna array with two sublattice of orthogonal oscillators and tow-levels excitation circuit with random phase errors that cause fluctuation of polarized antenna was studied. It is shown that errors can influence the polarization degree of a wave and axial ratio of completely polarized field component significantly therefore they need to be considered when estimating qualitative indexes of radio system.

Keywords: aerial grate, sublattice, orthogonal vibrators, partly polarized wave, errors of phases, degree of polarization, polarization description, coefficient of ellipse, dispersion, coefficient of correlation.