УДК 621.396.67.621.317.32

Н. Т. БОВА, канд. техн. наук, А. С. БЕРЕГОВ, ст. инж.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КНД АНТЕННЫ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ПОЛЯ В РАСКРЫВЕ

Трудности измерения диаграммы направленности и коэффициента направленного действия (КНД) при больших размерах раскрыва антенны обусловили интерес к определению этих параметров по результатам измерений поля в раскрыве антенны. Поскольку реальные измерения поля в раскрыве проводятся в ограниченном числе точек, необходимо определить минимально допустимое число измерений.

Если на плоском раскрыве площадью A задан закон распределения поля в виде функции $E_x(x, y)$, когда вектор напряженности электрического поля совпадает по направлению с осью x, то КНД антенны, в пренебрежении квадратичными и выше фазовыми ошибками, определяется выражением [1]

$$D = \frac{|E_{\text{макс}}|^2 2\pi R^2}{W_0 P_\Sigma} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot \frac{\left|\int\limits_A E_x(x, y)\, dS\right|^2}{\int\limits_A |E_x(x, y)|^2 dS}. \quad (1)$$

Двойные интегралы в выражении (1) можно заменить суммами, используя соотношения [2]

$$\int\limits_{-1}^{1}\int\limits_{-1}^{1} F(U, V)\, dU dV = \sum_{k=1}^{N_1}\sum_{l=1}^{N_2} \alpha_k \alpha_l F(U_k, U_l), \quad (2)$$

где U_k, U_l — корни полиномов Лежандра; α_k, α_l — веса, соответствующие корням U_k и U_l [3]. Пределы интегрирования в (1) заменой переменных переводятся на отрезок [—1, 1].

Для прямоугольного раскрыва антенны со сторонами $2a$ и $2b$ запишем для КНД

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} A \frac{\left|\sum\limits_{k=1}^{N_1}\sum\limits_{l=1}^{N_2} E_x(aU_k, bV_l)\, \alpha_k \alpha_l\right|^2}{4\sum\limits_{k=1}^{N_1}\sum\limits_{l=1}^{N_2} |E_x(aU_k, bV_l)|^2 \alpha_k \alpha_l}. \quad (3)$$

Для круглого раскрыва радиуса a (1)

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} A \frac{\left|\sum\limits_{m=1}^{N_3}\sum\limits_{n=1}^{N_4} E_x(aU_m, \pi V_n)\, U_m \alpha_m \alpha_n\right|^2}{\sum\limits_{m=1}^{N_3}\sum\limits_{n=1}^{N_4} |E_x(aU_m, \pi V_n)|^2 U_m \alpha_m \alpha_n}. \quad (4)$$

В выражениях (3) и (4) корни полиномов Лежандра U_k, V_l и V_n принадлежат отрезку [—1, 1], а корни U_m — [0, 1].

Множитель M, входящий в (3), (4), характеризует отклонение КНД от $4\pi A/\lambda^2$, обусловленное неоднородностью поля в раскрыве и конечным числом измерений. Например, для (3) этот множитель равен

$$M = \frac{\left|\sum_{k=1}^{N_1} \sum_{l=1}^{N_2} E_x \alpha_k \alpha_l \right|^2}{4 \sum_{k=1}^{N_1} \sum_{l=1}^{N_2} |E_x|^2 \alpha_k \alpha_l}.$$

В частном случае однородного поля $E_x(x, y) = \text{const}$ число точек измерений выбирают из условия приближения к единице множителя M (при α_k, $\alpha_l > 0$), равного

$$M = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^{N_1} \sum_{l=1}^{N_2} \alpha_k \alpha_l.$$

Аналогично можно оценить допустимое число точек измерений при других распределениях поля в раскрыве.

Список литературы: *1. Марков Г. Т., Сазонов Д. М.* Антенны. М., Энергия, 1975. 299 с. 2. *Никольский С. М.* Квадратурные формулы. М., Наука, 1974. 64 с. 3. *Stroud A. H., Don Secrest.* Gaussian Quadrature Formulas.— Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1966, p. 99—157.

N. T. Bova, A. S. Beregov

ON THE DETERMINATION OF ANTENNAS GAIN BY MEASUREMENTS OF A FIELD ON THE APERTURE

The quadrature formulas for gain calculation of antennas are given. The criteria for finding the minimum number of measurement points on the aperture is proposed.