

УДК 621.396.6

Е.С. Огурцов, С.Ф. Огурцов

**ЛИНЕЙНАЯ ДВУМЕРНАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ИЗ N-ПАР
СКОШЕННЫХ В Е-ПЛОСКОСТИ ВОЛНОВОДОВ ДЛЯ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Рассмотрено строгое решение задачи рассеяния плоской H-поляризованной волны на антенной решетке из N-пар скошенных в E-плоскости волноводов в одну сторону. Представлены новые семейства зависимостей ширины диаграммы обратного рассеяния решетки и смещения максимума диаграммы рассеяния от угла скоса волновода.

Антенная решетка из N-пар скошенных волноводов; диаграмма обратного рассеяния; H-поляризованная волна.

E.S. Ogurtsov, S.F. Ogurtsov

**LINEAR BIDIMENSIONAL ANTENNA ARRAY FROM N-PAIRS OBLIQUE
IN E-PLANES WAVE GUIDES FOR INFORMATION SYSTEMS**

The stringent solution of a problem of dissipation flat H-polarized wave on an array from N-pairs skewed in E-planes waveguides in one party in-process surveyed. New families of relations of breadth of the diagram of a backscattering of a lattice and bias of a maximum of the diagram of dissipation from a rake angle of the waveguide are shown.

An array from N-pairs of skewed waveguides; the diagram of a backscattering; H-polarized wave.

Постановка задачи. Введем декартову систему координат $K(x, y, z)$.

Расположим линейную приемопередающую антенную решетку, состоящую из N -пар идентичных скошенных волноводов в одну сторону, соединенных трактами одинаковой электрической длины l с раскрытиями $A_{\pm n}$ (рис. 1). На решетку с направления φ_i падает однородная плоская H-поляризованная волна (E^i, H^i) единичной амплитуды

$$H_z^i = e^{ik(x \cos \varphi_i + y \sin \varphi_i)}; E_x^i = \sin \varphi_i e^{ik(x \cos \varphi_i + y \sin \varphi_i)}. \quad (1)$$

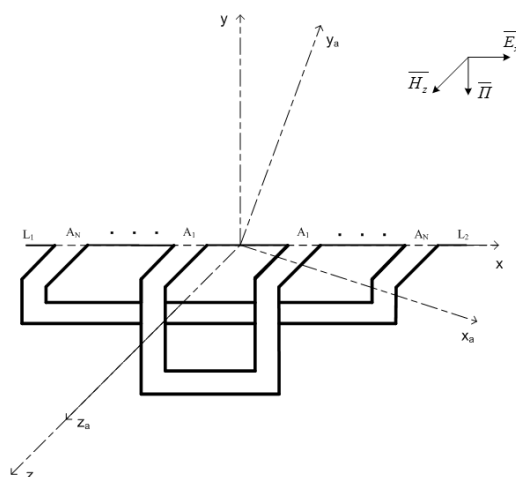


Рис. 1. Линейная приёмопередающая антенная решетка

Решение задачи. Запишем лемму Лоренца для верхнего полупространства. В качестве вспомогательного источника в соответствии с поляризацией падающей волны выбрана бесконечная синфазная нить магнитного тока $j^{m,6}$ единичной амплитуды, параллельная оси z .

Лемма Лоренца в верхнем полупространстве V примет вид [4]

$$\int_{V^M} J_z^{M6} H_z dV - \int_{V^i} J_z^{Mi} H_z^M dV^i = \sum_{n=1}^N \left\{ \int_{A_n} \{E_x^{(n)}(x') H_z^M(p, x') - H_z^{(n)}(x') E_x^M(p, x')\} dx' + \right. \\ \left. + \int_{A_{-n}} \{E_x^{(-n)}(x') H_z^M(p, x') - H_z^{(-n)}(x') E_x^M(p, x')\} dx' \right\} - \int_{S_0} H_z(x') E_x^M(p, x') dx', \quad (2)$$

где $p(x, y)$ – точка размещения вспомогательного источника.

Из соотношения (2) получим выражение для диаграммы рассеяния $F(\varphi)$ ($H_z^S(r, \varphi) = F(\varphi) H_0^{(2)}(kr)$) фрагмента $x \in [L_1, L_2]$ плоскости $y = 0$, занимаемого предлагаемой антенной решеткой из N -пар скошенных волноводов, аналогично [4]:

$$F(\varphi) = -\frac{k}{4} \sum_{n=1}^N \left\{ \int_{A_n} \{E_x^{(n)}(x') - H_z^{(n)}(x') \sin \varphi\} e^{ikx' \cos \varphi} dx' + \int_{A_{-n}} \{E_x^{(-n)}(x') - H_z^{(-n)}(x') \sin \varphi\} e^{ikx' \cos \varphi} dx' \right\} - \\ - \sin \varphi \int_{S_0} H_z(x') e^{ikx' \cos \varphi} dx', \quad (3)$$

где

$$H_z^M(p, x') \approx -\frac{k}{4} H_0^{(2)}(kr) e^{ikx' \cos \varphi}; E_x^M(p, x') \approx -\frac{k}{4} H_0^{(2)}(kr) \sin \varphi e^{ikx' \cos \varphi}; r = \sqrt{x^2 + y^2};$$

$E_x^{(n)}(x')$; $H_z^{(n)}(x')$ – неизвестные касательные составляющие в раскрывах излучателей.

Для определения касательных составляющих векторов E и H в соотношении (3) использована лемма Лоренца в интегральной форме (2).

Далее запишем лемму Лоренца для каждого из волноводов V_n ($n = 1 \dots N$), соединяющих апертуры $A_{\pm n}$ излучателей решетки:

$$H_z^{(n)}(x) = - \int_{A_{-n}} E_x^{(-n)}(x') H_{z2}^M(x, x', y) dx' - \int_{A_n} E_x^{(n)}(x') H_{z2}^M(x, x', y) dx', \quad p \in A_{\pm n} (y' = 0). \quad (4)$$

При вычислении вспомогательного поля в V_n ($n = 1 \dots N$) учитывалось, что в реальных устройствах область тракта, соединяющего апертуры пары решетки (рис. 2), физически представляет трапециевидный резонатор. Известно поле прямоугольного резонатора [4]. С помощью преобразования координат найдем поле непрямоугольного резонатора в форме четырехугольника согласно разработанной ранее методике, представленной в [2,5]. Переход из системы $K(x_\theta, y_\theta, z_\theta)$ в сис-

тему и обратно осуществляется с помощью преобразований [2]. Получим поле четырехугольного резонатора с непрямыми углами:

$$H_{z2}^i(x, x', y) = \frac{ik}{2d} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varepsilon_n}{k_n} e^{ik_n x \sin \alpha} \cos \gamma_n x' \cos \gamma_n x \left[i e^{ik_n y} + e^{-ik_n l} \frac{\cos k_n y}{\sin k_n l} + \frac{\cos k_n (y+l)}{\sin k_n l} \right]. \quad (5)$$

Учитывая равенство касательных составляющих искомого векторов напряженностей электрического и магнитного полей в раскрытых волноводах V_n ($n=1 \dots N$) из (4) и (5), получим интегральные уравнения относительно $E_x^{(\pm n)}(x')$. Определив из решения этого уравнения закон распределения $E_x(x)$ в апертурах $A_{\pm n}$ излучателей, находим диаграммы рассеяния $F(\varphi)$.

Результаты численных экспериментальных исследований. На рис. 2 представлена диаграмма обратного рассеяния (ДОР) антенной решетки из скошенных волноводов при $N=7$, $\alpha = 15^\circ$. Диаграмма обратного рассеяния антенной решетки из N -пар скошенных волноводов имеет многолепестковую структуру.

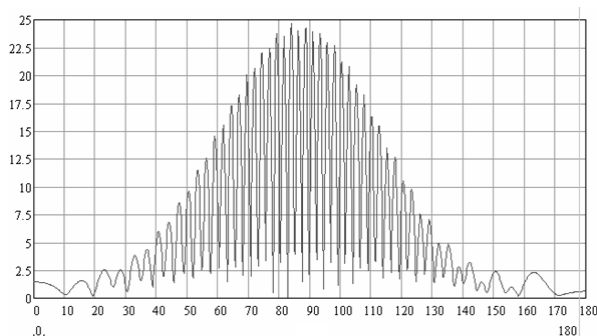


Рис. 2. Диаграмма обратного рассеяния антенной решетки из N -пар скошенных волноводов при $N=7$, $\alpha = 15^\circ$

Обработка результатов. В работе была разработана методика статистической обработки двумерных диаграмм рассеяния, согласно методике приведены семейства графиков на рис. 3.

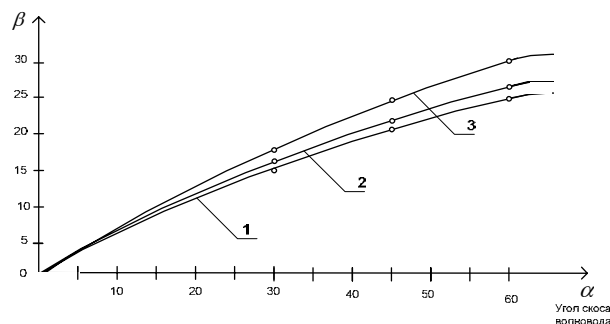


Рис. 3. Зависимости $\beta = f(\alpha)$ угла отклонения β максимума диаграммы обратного рассеяния $F = f(\varphi)$ переизлучающей антенной решетки от угла скоса волновода для различных N : 1– $N=3$; 2– $N=7$; 3– $N=9$

Выводы. В работе решена задача рассеяния плоской Н-поляризованной волны на основе интегральных уравнений согласно лемме Лоренца в виде двумерной модели. Представлена новая методика: 1) получены соотношения, определяющие двумерные диаграммы направленности и рассеяния; 2) на основе соотношений выполнены численные экспериментальные исследования; 3) выполнена алгоритмизация полученных интегральных уравнений задачи; 4) разработана методика статистической обработки диаграмм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кобак В.О.* Радиолокационные отражатели. – М.: Сов. радио, 1975.
2. *Огурцов Е.С.* Двумерная антенная решетка с импедансным фланцем из скошенных волноводов в меридиональной плоскости для случая Н-поляризованной волны // Сборник трудов 8 Межвузовской научно-практической конференции – 2009. – М.: МГОУ, 2009.
3. *Огурцов Е.С.* Исследование диаграмм рассеяния и направленности азимутальной антенной решетки из скошенных волноводов в меридиональной плоскости для случая Н-поляризованной волны // Известия ЮФУ. – 2008. – № 11.
4. *Привалова Т.Ю., Юханов Ю.В.* Рассеяние плоской волны на двумерной модели решетки Ван-Атта // Антенны. – 2007. – № 5.
5. *Юханов Ю.В., Огурцов Е.С.* Исследование характеристик скошенной плоскопараллельной волноводной антенны, диаграмм рассеяния и диаграмм направленности для случая Н-поляризованной волны // Вестник МГОУ. – 2008. – № 1.

Огурцов Евгений Сергеевич

Технологический институт Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: evg8787@mail.ru.

347922, г. Таганрог, ул. Петровская, 17.

Тел.: 89615010470.

Огурцов Сергей Федорович

Московский государственный открытый университет, филиал в городе Кропоткине.

E-mail: evg8787@mail.ru.

352386, г. Кропоткин, ул. Прохладная, 53.

Тел.: 89615010470.

Ogurtsov Evgeny Sergeevich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: evg8787@mail.ru.

17, Petrovskaya street, Taganrog, 347922, Russia.

Phone: 89615010470.

Ogurtsov Sergey Fedorovich

Moscow state open university branch in Kropotkin.

E-mail: evg8787@mail.ru.

53, Cool street, Kropotkin, 352386, Russia

Тел.: 89615010470.