УДК 621.396.677.831

ЦАЛИЕВ Т. А.

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСКРЕТНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ. ЧАСТЬ 2. СИММЕТРИЧНЫЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ ДИСКРЕТНО-ПЛОСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ

Рассмотрены особенности построения многослойных дискретных поверхностей, как элементов антенн и фокусирующих устройств. Получены соотношения для расчета геометрических параметров таких поверхностей. Введено понятие обобщенных зон Френеля. На основе численного решения интегрального уравнения проанализированы характеристики рассеянных полей и диаграммы направленности симметричных многослойных дискретно-плоских поверхностей.

Геометрия плоских многослойных дискретных поверхностей. Настоящая статья продолжает рассмотрение особенностей построения и характеристик дискретных поверхностей, начатое в [1]. Как и ранее под дискретной поверхностью понимается совокупность областей (зон), выделенных на некоторой воображаемой поверхности; если эта поверхность плоская, то получившуюся в результате конструкцию назовем дискретно-плоской. Ограничимся рассмотрением параболического способа дискретизации, когда разбиение плоской поверхности на зоны производится так, чтобы границы зон соответствовали линиям пересечения этой поверхности и семейства софокусных параболоидов вращения [1].

Симметричная дискретизация плоских поверхностей. Приведем соотношения, лежащие в основе геометрии симметричных многослойных дискретных поверхностей, которые могут использоваться, например, в качестве рефлекторов в зеркальных антеннах, в фокусирующих устройствах, а возможно и в коллиматорах. С этой целью рассмотрим M параллельных плоскостей $S_1, S_2, \ldots, S_m, \ldots, S_M$, (назовем их слоями), расположенных, как показано на рис. 1.

Выберем некоторую точку $F(x_0, 0)$, зададимся размером раскрыва d, а также фокусными расстояниями f_m для каждого слоя в соответствии с правилом

$$f_{m+1} = f_m - \lambda / 2M. \tag{1}$$

Назовем целое число $M \geq 2$ параметром дискретизации, при этом $m = 1, 2, 3, \ldots, M$ равно номеру слоя. Выполним разбиение каждой из плоскостей S_m на зоны и пронумеруем эти зоны так, чтобы расстояния от точки x_0 до крайних точек каждой n-й зоны (фокальные радиусы r_{nm}), принадлежащей m-й плоскости, удовлетворяли условию $r_{nm} = f_m + n\lambda / M$. Радиусы этих зон ρ_{nm} можно определить воспользовавшись выражением

$$\rho_{nm} = \sqrt{2 f_m \lambda / M + \left(n\lambda / M\right)^2}, \tag{2}$$

где n — номер зоны ($n = 1, 2, \ldots, N_m$), а N_m — суммарное число зон на m-й плоскости в области дискретизации ($\rho_{nm} \leq d$), которое, используя формулу (2), можно найти, взяв целую часть от выражения

$$\frac{M}{\lambda} \sqrt{d^2 - \frac{2 f_m \lambda}{M}}.$$

Если источник монохроматического поля помещен в точку $F(x_0, 0)$, то условие (1) обеспечивает синфазность полей, рассеянных дискретным рефлектором, в плоскости S, параллельной его раскрыву. Разность фаз полей, создаваемых таким источником в крайних точках каждой зоны, составляет $\Delta\varphi = 2\pi / M$. Если параметр дискретизации $M = 1$, то фазы полей в крайних точках каждой зоны будут отличаться ровно на 2π. Поскольку в этом случае $r_{(n+1)m} - r_{nm} = \lambda$, то назовем такие зоны одноволновыми. Продолжая эти рассуждения, заметим, что случаю $M = 2$ соответствуют полуволновые зоны (зоны Френеля), случаю $M = 4$ — четвертьволновые и т. д. Можно назвать зоны, образуемые при дискретизации с параметром $M > 2$, обобщенными зонами Френеля.

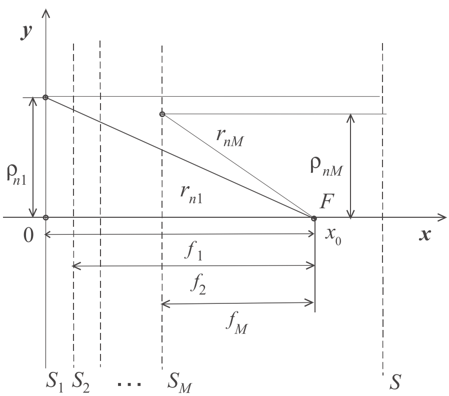

Рис. 1

Пронумеруем одноволновые зоны ($k_m = 1, 2, \ldots, K_m$), начав от оси x, и обозначим символом K_m общее число таких зон в m-ном слое, где K_m есть целое от величины N_m / M. При $M > 2$ в пределах каждого m-го слоя можно выделить