

СТРУКТУРА ГРАНИЧНОЙ ВОЛНЫ БЕСКОНЕЧНО ТОНКОГО ДИСКА

Копытин В.Е.¹, Лысенко Н.А.¹, Усков Г.К.¹, Скулкин С.П.²

¹Воронежский государственный университет,

²Высшая школа экономики)

В рамках работы [1] рассматривается метод расчета импульсных характеристик (РИХ) для определения поля в ближней зоне апертурной антенны, в приближении бесконечно тонкого диска. Автор рассматривает структуру поля основной волны, в результате чего получает новый вид поляризационного множителя:

$$b(\gamma, \varphi) = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma \sin^2 \varphi}, \quad (1)$$

где углы φ и γ имеют смысл зенитного и азимутального угла точки наблюдения соответственно. Полученный вид поляризационного множителя позволил уточнить метод РИХ для основной волны, однако определение волны, связанной с отражением от границы диска, имеет ошибку (Рис. 1), при сравнении с численным методом, основанным на технике конечного интегрирования Finite Integration Technique (FIT).

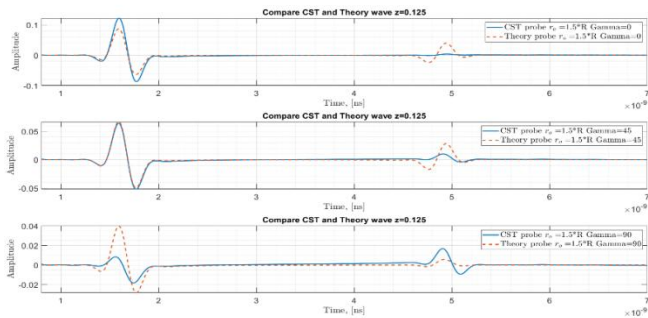


Рис. 1. Сравнение сигналов на зондах поля, полученные методом РИХ, в сравнении с численным методом FIT при различных углах точки наблюдения

Для изучения структуры поля граничной волны была построена электродинамическая модель. На бесконечно тонкий, идеально проводящий диск диаметра R , падает сверхширокополосная линейно поляризованная электромагнитная волна при условии того, что характерный размер апертуры много больше длины волны [2].

Падающая электромагнитная волна возбуждает токи на поверхности диска. Отклик основной части излучения определяется токами центральной части диска, в то время как граничная волна – некоторой суперпозицией токов основной и граничной волны, сосредоточенных в краевой области диска. Происходит затекание токов на обратную сторону диска, при этом наблюдается отклонение направления тока от направления поляризации электромагнитной волны. Физически на границе диска наблюдается сосуществование двух токов разной плотности.

Множитель вида (1) с достаточной степенью точности описывает основное отраженное излучение. Форму поляризационного множителя, участвующего в формировании граничной волны, можно установить, определив, что соответствующие диполи прецессируют с угловой скоростью $\omega = (-1)^n 2\pi$, где $n = \frac{2\pi}{p}$. Таким образом, поляризационный множитель, обусловленный затеканием токов на обратную сторону диска имеет вид:

$$\bar{b}_b(\gamma, \omega) = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma \sin^2(\omega + \omega)}. \quad (2)$$

Публикация подготовлена в результате исследования (проект № 24-00-016) в рамках программы научного фонда Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ).

1. Transient Far Fields of Aperture Antennas / S.P. Skulkin [et al.] // IEEE Antennas and Propagation Wireless Letters. 2019. Vol. 18, no. 5. P. 1036–1040.

2. Baum C.E. Intermediate Field of an Impulse-Radiating Antenna // Ultra-wideband Short-Pulse Electromagnetics 4. IEEE. 1999. P. 77–89.

STRUCTURE OF THE BOUNDARY WAVE OF AN INFINITELY THIN DISK

*Kopytin V.E.¹, Lysenko N.A.¹, Uskov G.K.¹, Skulkin S.P.²
¹Voronezh State University, ²HSE University)*

The article describes an approach to studying the boundary wave of an aperture antenna in the approximation of an infinitely thin disk. As a result of electrodynamic modeling, it is shown that the wave at the boundary is determined by the superposition of currents flowing to the back side of the disk and currents of the main wave. A polarization factor describing the flow of currents is derived.