

УДК: 621.396.67

МОДЕЛЬ ЩЕЛЕВОЙ АНТЕННЫ В ВИДЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СОГЛАСОВАННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ

Гончаров В. А., аспирант кафедры ПР-7

Московского государственного университета приборостроения и информатики

Радиоэлектронное приборостроение как направление исследовано в недостаточной степени по нескольким причинам. В количественном отношении наблюдается экспоненциальный закон роста радиоэлектронных систем. В качественном отношении к современным радиоэлектронным комплексам возрастают требования по эффективности и электромагнитной совместимости. Поэтому можно сказать, что проблема развития антенной техники в СВЧ диапазоне по-прежнему актуальна.

Объектом исследования настоящей работы можно считать широкополосные щелевые излучатели, которые принято называть антеннами Вивальди [1]. Значительный практический интерес представляет задача построения модели СВЧ излучателей в виде оптимальной согласованной неоднородности. Основными характеристиками любой антенны являются диаграмма направленности и коэффициент отражения. В таком случае разработку модели щелевой антенны можно разделить на два этапа.

На первом этапе необходимо провести оценку согласованности щелевой антенны по входу. Функциональное назначение антенны состоит в согласовании фидерного тракта с открытым пространством. Для оптимизации согласующих свойств необходимо минимизировать неоднородности в раскрыве излучателя. При этом коэффициент отражения в заданной полосе частот будет минимален. В работе [2] для согласующих плавных переходов зависимость коэффициента отражения от длины излучателя, нормированного к длине волны излучения $\Gamma(L/\lambda)$, представлена в виде модуля нормированной тригонометрической функции. Связь между круговой частотой ω и длиной волны электромагнитных колебаний хорошо известна из курса физики. Тогда частотную характеристику щелевой антенны можно представить в таком виде

$$\Gamma(\omega) = \left| \frac{c}{\omega L} \sin\left(\frac{\omega L}{c}\right) \right|. \quad (1)$$

где L – длина излучающего участка антенны, c – скорость света в вакууме.

На втором этапе требуется исследовать направленные свойства щелевого излучателя. Диаграммой направленности называется закон распределения излучаемого антенной поля в дальней зоне. Дальней зоной считается точка, находящаяся от антенны на расстоянии

большем, чем одна четвертая максимальной по диапазону волны. Направленные свойства антенны можно исследовать как теоретически, так и экспериментально. Обычно при моделировании диаграммы направленности антенны стремятся минимизировать затраты машинного времени. Проверку результатов моделирования проводят при минимально возможном количестве измерений. За основу модели слабонаправленного излучателя (антенны Вивальди) следует принять стандартную математическую функцию. С учетом того, что в заданной точке пространства мощность электромагнитной волны пропорциональна квадрату напряженности поля, аппроксимированная функцией Бесселя первого рода нулевого порядка диаграмма направленности должна выглядеть следующим образом

$$F(q, j) = \left[J_0\left(\frac{q}{\Delta q}\right) J_0\left(\frac{j}{\Delta j}\right) \right]^2. \quad (2)$$

где $J_0(\theta)$ – функция Бесселя первого рода нулевого порядка; θ, φ – углы уклонения от нормали; $\Delta\theta$ – ширина диаграммы направленности в Н-плоскости; $\Delta\varphi$ – ширина диаграммы направленности в Е-плоскости.

Таким образом, при проведении теоретических исследований характеристик щелевых антенн разработана электродинамическая модель. Такую модель можно использовать при описании излучательных и отражательных свойств оптимальных согласованных неоднородностей.

Литература

1. Альхарири М. Двухсторонний широкополосный излучатель Вивальди. – М.: Антенны, 2006, №8, с. 44
2. Фуско В. СВЧ цепи. Анализ и автоматизированное проектирование: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.