УДК 538.56

А.С.Ладутенко (6 курс, каф. РФ), А.С.Черепанов, д.ф.-м.н., проф.

ИЗЛУЧЕНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ

На данный момент в современной технике очень широко применяются микрополосковые линии. Микрополосковая линия является открытой волноводной структурой, поэтому часть энергии излучается в пространство. Если в окрестности ее находится другая микрополосковая линия, то есть возможность появления паразитных эффектов. В связи с этим проблема излучения линии актуальна.

Открытой микрополосковой линией называется слоистая структура, которая состоит из экрана, диэлектрика, и проводящего слоя.

Так как микрополосковая линия находится на отражающем экране, то токи, текущие в нашей полоске, будут наводить на экране такое поле, какое бы создавали токи, которые текут в противоположном направлении в находящийся в похожем полоске за экраном на таком же расстоянии. Можно воспользоваться методом отражений.

Рассмотрим упрощенный вариант. Из выше изложенной системы изымаем диэлектрический слой, и для начала не будем пренебрегать тем фактом, что полоска обладает шириной. Получается совокупность диполей Герца, которые находятся над экраном. Для этого случая поле будет описываться формулой

$$E_\theta = -\frac{IW_0 l}{\lambda}\frac{e^{-jkR}}{R}\sin(\theta)\sin(kh\sin(\theta)\cos(\varphi)).$$

Нам интересно, какая мощность излучается такой линией. Обычно для этого используют понятие о сопротивлении излучения. Были получены соответствующие формулы для сопротивления излучения поля короткого отрезка длинной линии, поля бегущей волны, поля стоячей волны:

$$R_{изл} = \frac{32\pi^3}{15}W_0\left(\frac{lh}{\lambda^2}\right)^2, \quad R_{излст} = W_0 2\pi\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2, \quad R_{излбег} = W_0\pi\left(\frac{h}{\lambda}\right)^2\frac{(2kl)^3 + 6(\sin 2kl - 2kl)}{3(kl)^3}.$$

Для такого полоска волновое сопротивление равно 50 Ом, полосок расположен на высоте 6мм над пластиной, и если положить, что длина волны равна 25мм, можно увидеть, что в пространство излучается приблизительно 2%, 17%, 0.5% для излучения поля короткого отрезка длинной линии, поля бегущей волны, поля стоячей волны, соответственно.

Усложним теперь задачу. Учтем, что полоска есть ширина. Тогда надо учитывать распределение плотности тока по ширине полоска. Распределение тока очень сильно зависит от краев. Поэтому для начала будет проще предположить, что распределение по полоске будет иметь квадратичный характер. Решая такую задачу, была получена формула:

$$F_E = k\int_V \xi\times r_0\times r_0 e^{ik\bar{r}_0\bar{R}}dV = \frac{k\bar{x}_0(\sin(\theta)\cos(\theta)\cos(\varphi)) + \bar{y}_0(\sin(\theta)\cos(\theta)\sin(\varphi)) - \bar{z}_0(\sin^2(\theta))}{I}\left(2j\sin(kh\sin(\theta)\cos(\varphi))dx\right)$$

$$\left(\frac{j_1}{a^2}\frac{d^2\sin(k\frac{d}{2}\sin(\theta)\sin(\varphi))}{2k\sin(\theta)\sin(\varphi)} + \frac{j_1}{a^2}\frac{2d\cos(k\frac{d}{2}\sin(\theta)\sin(\varphi))}{(k\sin(\theta)\sin(\varphi))^2} - \frac{j_1}{a^2}\frac{4\sin(k\frac{d}{2}\sin(\theta)\sin(\varphi))}{(k\sin(\theta)\sin(\varphi))^3} + \frac{2j_0\sin(k\frac{d}{2}\sin(\theta)\sin(\varphi))}{k\sin(\theta)\sin(\varphi)}\right)$$

$$\left(\frac{-2\cos(\theta)\cos(k\frac{l}{2})\sin\left(k\frac{l}{2}\cos(\theta)\right) + 2\sin\left(k\frac{l}{2}\right)\cos\left(k\frac{l}{2}\cos(\theta)\right)}{(-(\cos(\theta))^2 + k)}\right)$$

Рассмотрим, как влияет распределение тока полоски на диаграмму направленности. В упрощенном варианте это распределение по ширине полоска можно рассматривать как квадратичную функцию (рис. 1). В связи с этим можно посмотреть, как влияет постоянная и квадратичная части на диаграмму направленности. Сначала оценим влияние постоянной части. Видно, что при малых значениях этого параметра диаграмму направленности уже, но при средних и высоких значениях диаграмма изменяется не сильно. Рассматривая влияние квадратичной составляющей можем заметить, что при малых значениях ДН практически не меняется при больших она становится уже (рис. 2).

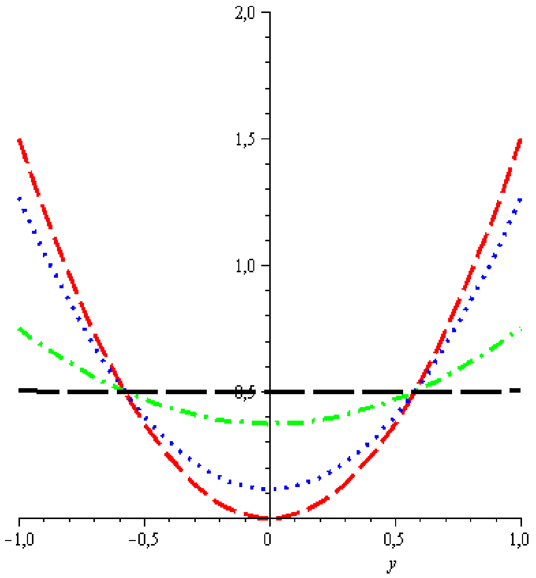

Рис. 1

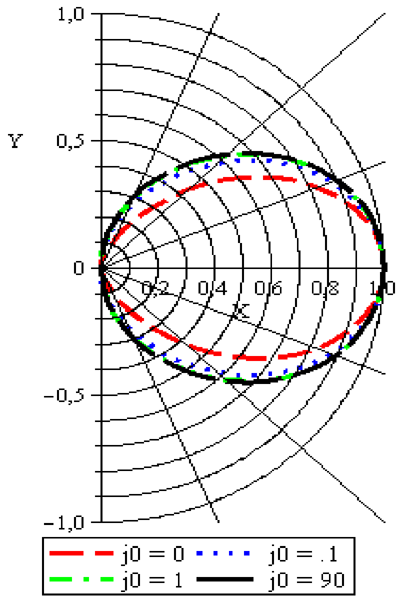

Рис. 2

В итоге было выяснено, что распределение тока по полоску не сильно влияет на диаграмму направленности. В приближенных методах можно считать это распределение постоянным. Но в строгих решениях все-таки надо ее учитывать

В будущее предполагается усложнить задачу и решить ее с учетом диэлектрика. Данная задача решается с помощью леммы Лоренца и теоремы взаимности.