

С. Я. БРАУДЕ, Н. Н. КОМАРОВ

## ОБОБЩЕННЫЕ КРИВЫЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ ФРЕНЕЛЯ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЙ

Приведены приближенные формулы коэффициентов Френеля для вертикальной и горизонтальной поляризацій. По этим формулам построены обобщенные кривые, с помощью которых можно, не производя вычислений, определять модули и фазы коэффициентов отражения.

### ВВЕДЕНИЕ

При различных расчетах, связанных с вопросами распространения радиоволн вдоль поверхности раздела, приходится вычислять коэффициенты отражения Френеля, которые определяются из известных формул [1, 2]:

$$f_r = |f|_r e^{i\psi_r} = \frac{\sin \theta - \sqrt{\varepsilon - \cos^2 \theta}}{\sin \theta + \sqrt{\varepsilon - \cos^2 \theta}} ; \quad (1)$$

$$f_v = |f|_v e^{i\psi_v} = \frac{\varepsilon \sin \theta - \sqrt{\varepsilon - \cos^2 \theta}}{\varepsilon \sin \theta + \sqrt{\varepsilon - \cos^2 \theta}} . \quad (2)$$

Здесь  $f_r$  и  $f_v$  — коэффициенты Френеля для горизонтальной и вертикальной поляризацій,  $\theta$  — угол скольжения,  $\varepsilon$  — комплексная диэлектрическая проницаемость

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + i\varepsilon_2, \quad (3)$$

где  $\varepsilon_1$  — диэлектрическая проницаемость среды, над которой распространяются радиоволны, а  $\varepsilon_2 = 60 \sigma \lambda$  ( $\sigma$  — проводимость среды в единицах МКС,  $\lambda$  — длина волны в метрах).

Определение из формул (1) и (2) модулей и фаз коэффициентов Френеля требует трудоемкой расчетной работы, особенно в том случае, когда  $\varepsilon$  — комплексное число. Поэтому для ряда случаев были рассчитаны графики, которыми и пользуются при инженерных расчетах [1, 2]. Указанные графики не обладают универсальностью и поэтому в последнее время была предпринята попытка получить обобщенные кривые. Для этой цели в статье [3] было использовано приближенное выражение для коэффициента Френеля  $f_v$ . В формуле (2) переменная величина  $\cos^2 \theta$  была заменена на постоянное число  $\cos^2 \theta_0$ , где  $\theta_0$  — так называемый псевдо-брюстеровский угол [1]. При такой произвольной замене автору работы [3] удалось построить обобщенные графики для  $|f|_v$  и  $\psi_v$ , причем точность приближенных формул оказалась вполне достаточной для инженерных расчетов. Так как произведенная замена является совершенно произвольной и этот прием нельзя использовать при горизонтальной поляризации, где нет псевдо-брюстеровского угла, представлялось целесообразным попытаться найти иной метод для вычисления обобщающих графиков коэффициентов Френеля как для вертикальной, так и для горизонтальной поляризацій. Этому вопросу и посвящена настоящая статья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Введенский Б. А. и Аренберг А. Г., Распространение ультракоротких радиоволн, Связьрадиоиздат, 1938.
2. Шуккин А. Н., Распространение радиоволн, Связьрадиоиздат, 1940.
3. Ohman G. P., Universal Curves for the Vertical Polarization Reflection Coefficient, IRE Trans., 1957, AP-5, № 1, 140.

Рекомендована Ученым Советом  
института радиофизики и электроники  
АН УССР

Поступила в редакцию 26 V 1958 г.,  
после переработки 22 IX 1958 г.

---