

## К ВОПРОСУ О ФАЗОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЭЛЛИПТИЧЕСКИ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ПОЛЯ

*И. Б. Нагибин*

Харьков

На выходе поляризаторов при расстройке получается эллиптическая или гантельная поляризация [1], которая приводит к нелинейному закону изменения фазы в зависимости от угла поворота вектора поляризованного поля.

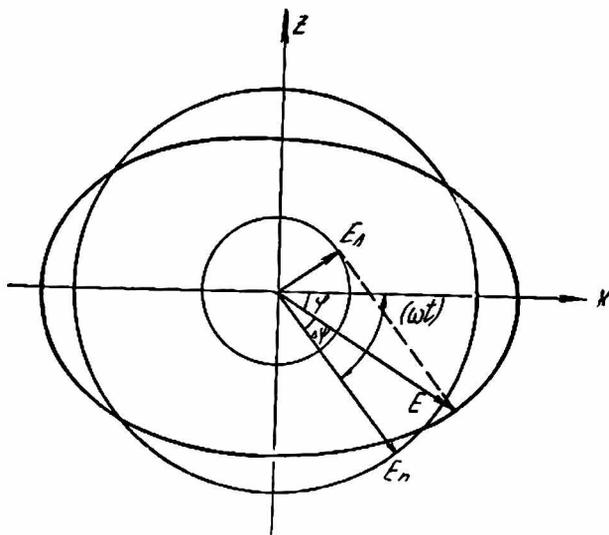


Рис. 1. Поляризационный эллипс и его компоненты электромагнитного поля.

В системе координат  $xz$  (рис. 1) эллиптически поляризованное поле запишется выражением

$$\dot{E} = \dot{E}_x + j\dot{E}_z. \quad (1)$$

Как известно [2], вектор эллиптически поляризованного поля можно представить в виде суммы векторов круговой поляризации правого  $E_n$  и левого  $E_l$  вращения, начальные фазы которых одинаковы (рис. 1). Тогда, выражая величины в скалярной форме, можно записать

$$Ee^{-j\varphi} = E_n e^{j\omega t} + E_l e^{-j\omega t}, \quad (2)$$

где  $\varphi$  — угол ориентации вектора эллиптически поляризованного поля.

Поскольку вращение поляризованного по кругу вектора происходит равномерно, а эллиптически поляризованного — неравномерно, фазы одинаково ориентированных векторов этих двух колебаний могут отличаться.

Определим величину максимального фазового отклонения в зависимости от коэффициента эллиптичности. Для этого выразим  $E_n$  и  $E_l$  через амплитуды линейно поляризованных по осям эллипса компонент эллиптически поляризованного поля  $E_x$  и  $E_z$ :

$$E_{mx} = E_n + E_l; \quad (3)$$

$$E_{mz} = E_n - E_l.$$

Подставив выражения (3) в (2), путем несложных преобразований получим

$$E \cos \varphi - jE \sin \varphi = E_{mx} \cos(\omega t) - jE_{mz} \sin(\omega t). \quad (4)$$

Равенство (4) справедливо только при

$$E \cos \varphi = E_{mx} \cos(\omega t); \quad (5)$$

$$E \sin \varphi = E_{mz} \sin(\omega t).$$

Решив равенства (5) относительно  $\varphi$  и  $\omega t$ , имеем

$$\operatorname{tg} \varphi = r \operatorname{tg}(\omega t), \quad (6)$$

где  $r = \frac{E_{mz}}{E_{mx}}$  — коэффициент эллиптичности поляризованного поля.

Как видно из рис. 1, разность фаз между векторами волн круговой и эллиптической поляризации равна

$$\Delta\psi = \omega t - \varphi \quad (7)$$

или

$$\Delta\psi = 90^\circ - (\omega t - \varphi).$$

Воспользовавшись выражением

$$\operatorname{tg} \Delta\psi = \operatorname{tg}(\omega t - \varphi) = \frac{\operatorname{tg}(\omega t) - \operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg}(\omega t)} \quad (8)$$

и подставив формулу (6) в (8), получим

$$\Delta\psi = \operatorname{arctg} \left[ \frac{(1-r) \operatorname{tg} \varphi}{r + \operatorname{tg}^2 \varphi} \right]. \quad (9)$$

Максимальное отклонение будет наблюдаться при угле

$$\varphi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \sqrt{r}, \quad (10)$$

который является корнем уравнения  $\frac{d\Delta\psi}{d\varphi} = 0$ ;

$$r - \operatorname{tg}^2 \varphi = 0. \quad (11)$$

На основании выражений (9) и (10) находим максимальную величину фазового сдвига

$$\Delta\psi_m = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left[ \frac{1-r}{2\sqrt{r}} \right]. \quad (12)$$

Кривые зависимости  $\Delta\psi = f(\varphi)$  при различных значениях параметра  $r$  представлены на рис. 2 и 3.

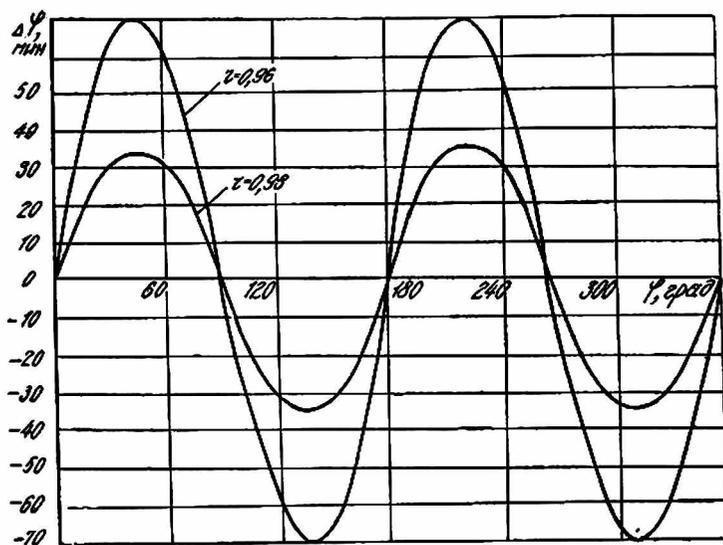


Рис. 2. Кривые зависимости фазового сдвига  $\Delta\varphi$  от угла поляризации  $\varphi$  вектора  $E$  эллиптически поляризованного поля при малых значениях коэффициента эллиптичности  $\gamma$ .

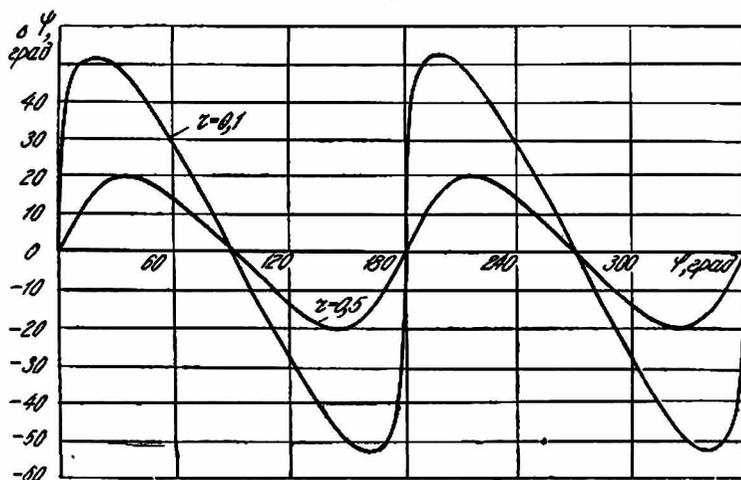


Рис. 3. Кривые зависимости фазового сдвига  $\Delta\varphi$  от угла поляризации  $\varphi$  вектора  $E$  эллиптически поляризованного поля при больших значениях коэффициента эллиптичности  $\gamma$ .

Как видно из графиков этих рисунков, отклонение фазы за период колебания при поляризациях, близких к круговой, происходит примерно по синусоидальному закону, а  $\Delta\psi$  достигает максимума при значениях  $\varphi$ , близких к  $\frac{\pi}{8}(2n+1)$ .

Связь между фазовым смещением и коэффициентом эллиптичности показана на рис. 4 и 5. Из них видно, что зависимость  $\Delta\psi_m$  от  $r$  при  $r \cong 1$  примерно линейная, причем небольшие изменения коэффициента

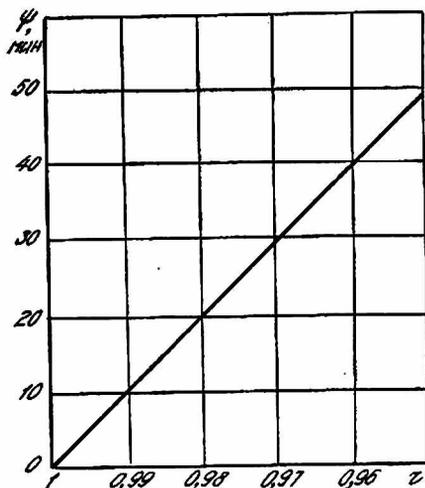


Рис. 4. Зависимость фазового сдвига  $\Delta\psi$  от коэффициента эллиптичности  $r$  (при малых значениях  $r$ ).

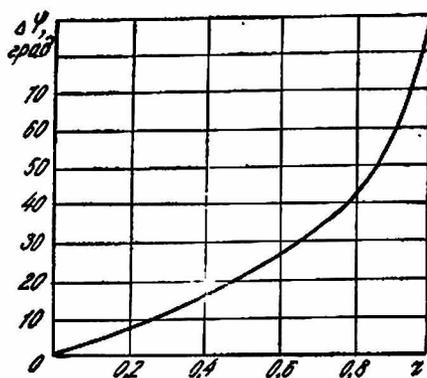


Рис. 5. Зависимость фазового сдвига  $\Delta\psi$  от коэффициента эллиптичности  $r$ .

эллиптичности вызывают изменения  $\Delta\psi_m$ . Так, например (рис. 4), уже при  $r = 0,96$  отклонение  $\Delta\psi_m > 1^\circ$ .

Рис. 3 и 5 могут быть использованы для определения  $\Delta\psi$  и  $\Delta\psi_m$  при  $r < 1$  и  $r \ll 1$ . Из графиков этих рисунков видно, что с ростом коэффициента эллиптичности изменение  $\Delta\psi = f(\varphi)$  резко отличается от синусоидального закона, а  $\Delta\psi_m$  в пределе стремится к  $90^\circ$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антенны эллиптической поляризации. Сб. переводов под ред. А. И. Шпунтова. Изд-во иностр. лит-ры, 1961.
2. Ю. В. Шубарин. Антенны сверхвысоких частот. Изд-во ХГУ, Харьков. 1960.