

Поляризация электромагнитных волн

Поляризация электромагнитных волн - это явление направленного колебания векторов напряженности электрического поля E или напряженности магнитного поля H .



Линейная

Колебания происходят в какой-то одной плоскости (плоско-поляризованная волна)



Круговая

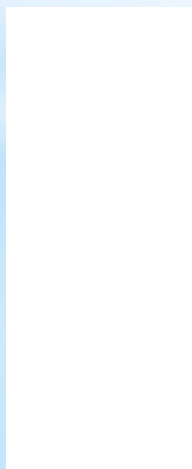
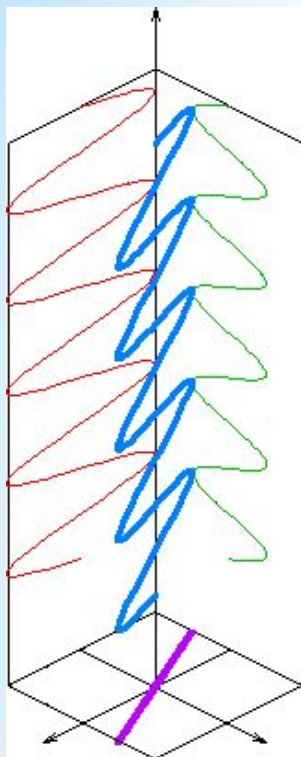
Конец вектора напряженности описывает окружность в плоскости колебаний (в зависимости от направления вращения вектора может быть правой или левой)



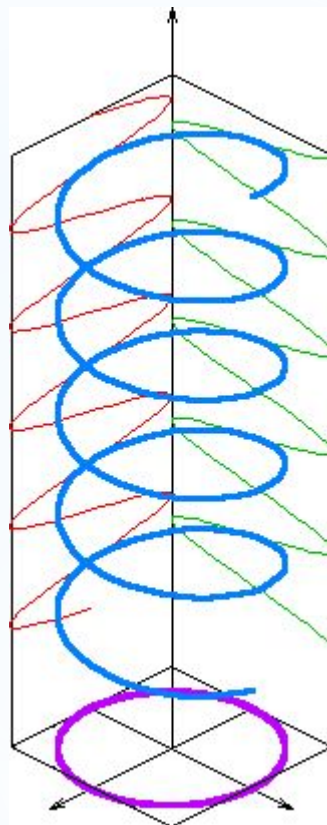
Эллиптическая

Конец вектора напряженности описывает эллипс в плоскости колебаний (промежуточная между линейной и круговой поляризациями)

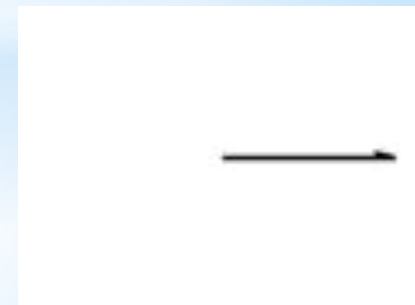
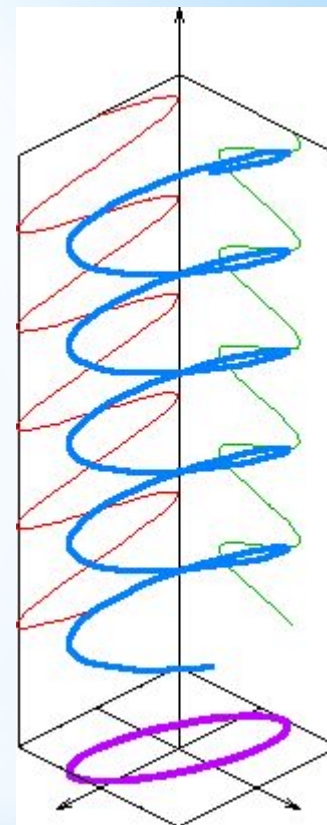
Линейная

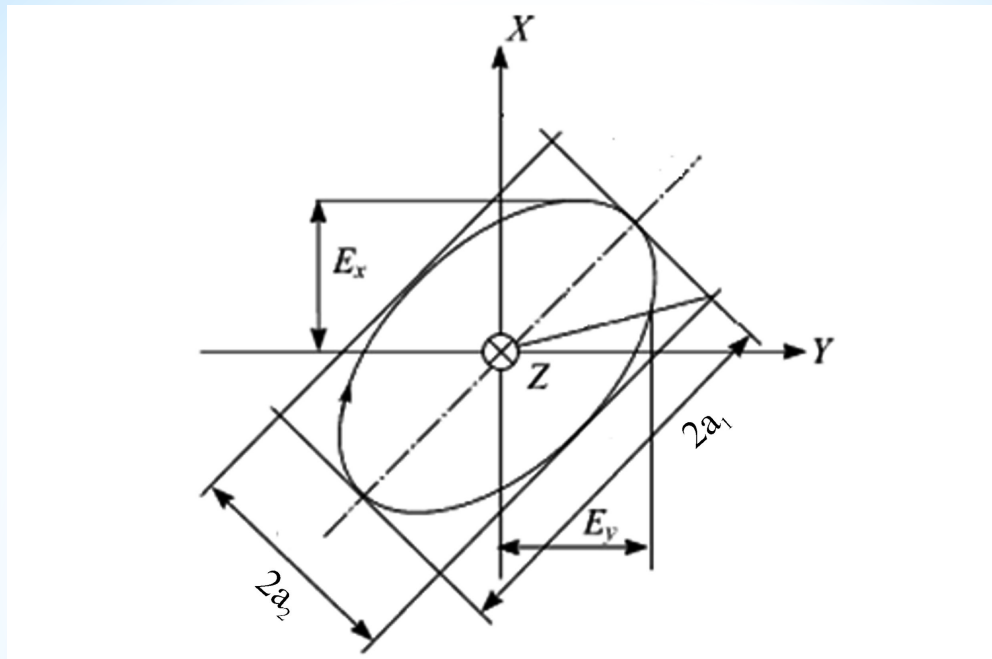


Круговая



Эллиптическая





Пусть направление распространения плоской ЭМ волны совпадает с осью z . Разложим вектор \mathbf{E} в плоскости x, y :

$$E_x = a_1 \cos(\omega\tau + \varphi_1) = \text{Re} a_1 \exp(-i\omega\tau - i\varphi_1); \quad (2.43)$$

$$E_y = a_2 \cos(\omega\tau + \varphi_2) = \text{Re} a_2 \exp(-i\omega\tau - i\varphi_2).$$

Здесь $\tau = t - z/c$; a_1, a_2 - амплитуды; φ_1, φ_2 - фазы.

$$E_x = a_1 \cos(\omega\tau + \varphi_1) = \operatorname{Re} a_1 \exp(-i\omega\tau - i\varphi_1);$$

$$E_y = a_2 \cos(\omega\tau + \varphi_2) = \operatorname{Re} a_2 \exp(-i\omega\tau - i\varphi_2).$$
(2.43)

Исключив из (2.43) множитель $\exp(-i\omega\tau)$, получим уравнение эллипса:

$$\left(\frac{E_x}{a_1}\right)^2 + \left(\frac{E_y}{a_2}\right)^2 - \frac{2E_x E_y}{a_1 a_2} \cos\Delta = \sin^2 \Delta; \quad \Delta = \varphi_2 - \varphi_1. \quad (2.44)$$

Если $\Delta = \pm \pi/2$, уравнение (2.44) переходит в следующее:

$$\left(\frac{E_x}{a_1}\right)^2 + \left(\frac{E_y}{a_2}\right)^2 = 1,$$

то есть оси эллипса совпадают с осями координат, а при $a_1 = a_2$ эллипс вырождается в окружность.

$$\left(\frac{E_x}{a_1}\right)^2 + \left(\frac{E_y}{a_2}\right)^2 - \frac{2E_x E_y}{a_1 a_2} \cos \Delta = \sin^2 \Delta ; \Delta = \varphi_2 - \varphi_1. \quad (2.44)$$

В случае $\Delta = \pi n$, $n = 1, 2, 3, \dots$, из (2.44) следует

$$\left(\frac{E_x}{a_1}\right)^2 \pm \left(\frac{E_y}{a_2}\right)^2 = 0.$$

Это уравнение двух прямых.

Состояние поляризации волны удобно характеризовать множителем поляризации

$$P = \frac{E_x}{E_y} = \frac{a_1}{a_2} e^{i\Delta}. \quad (2.45)$$

При комплексном P волна имеет эллиптическую или круговую поляризацию, при действительном P - линейную.