

# 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 (плоскополяризованная волна)



## Круговая

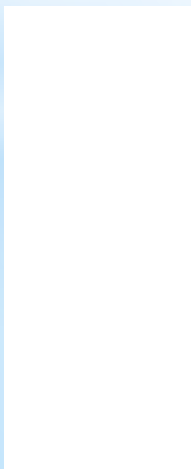
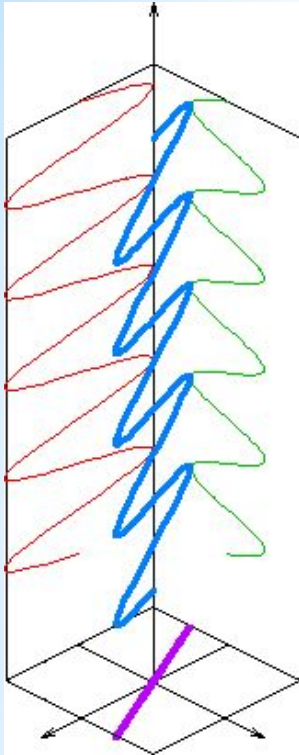
Конец вектора напряженности описывает окружность в плоскости колебаний (в зависимости от направления вращения вектора может быть правой или левой)



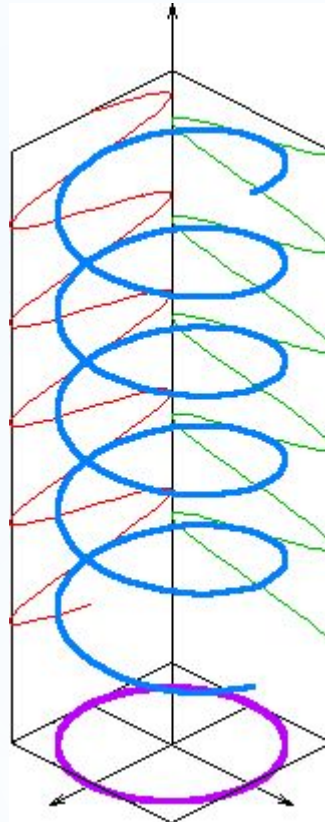
## Эллиптическая

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

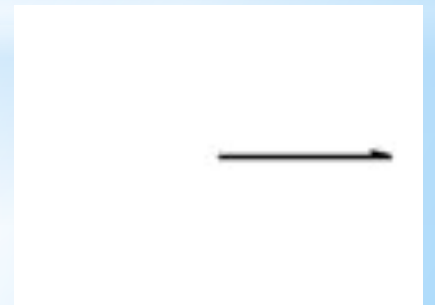
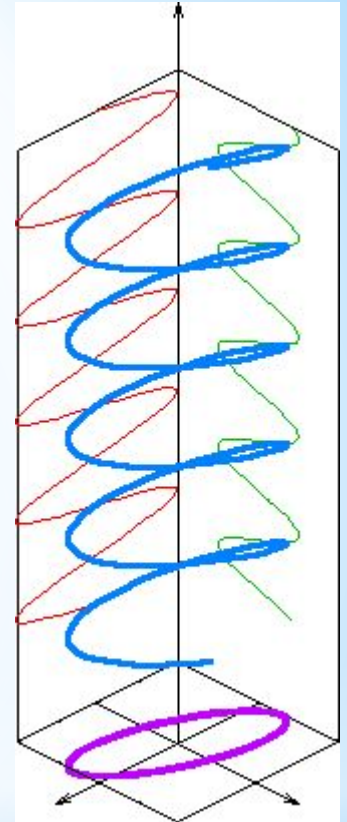
Линейная

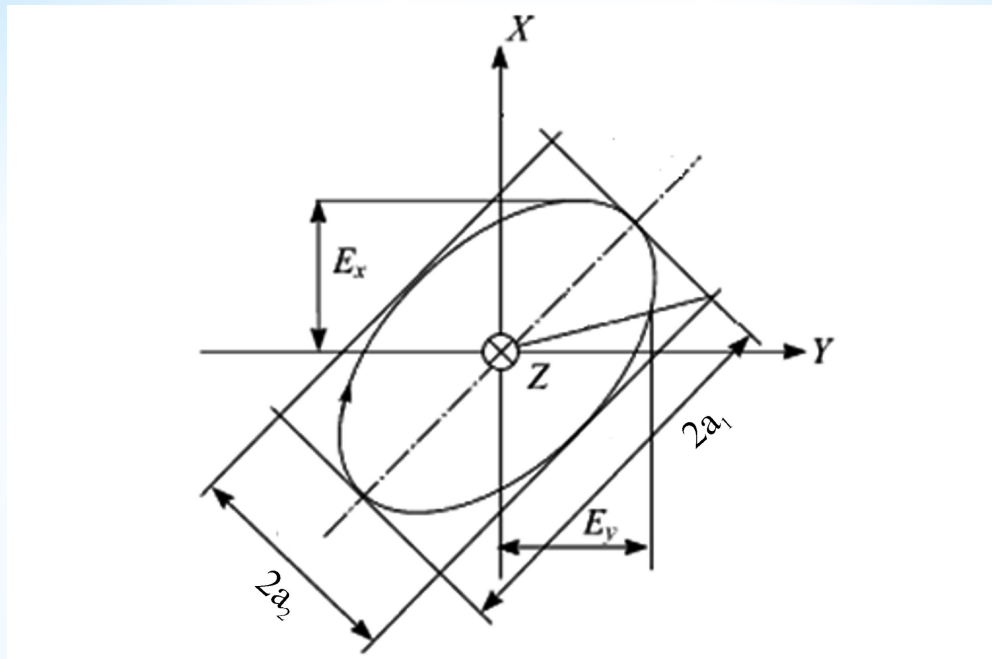


Круговая



Эллиптическая





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

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

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

Здесь  $\tau = t - z/c$ ;  $a_1, a_2$  - амплитуды;  $\varphi_1, \varphi_2$  - 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.