## Министерство образования и науки Российской Федерации

# Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

### Кафедра «Комплексная защита информации»

#### ОТЧЕТ

По дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн»

Практическая работа №1

Выполнили студенты гр. БИТ-181: Белый В.Е., Шабанов В.С.

Проверил: доц., канд. физ-мат.н. Михеев В.В. Задание 1. Плоская гармоническая ЭМВ с частотой f, поляризованная в направлении оси x распространяется вдоль оси z в среде с параметрами  $\varepsilon$ ,  $\mu=1,\sigma$ . Амплитуда вектора E в начале координат равна  $E_m$ . Найти  $\tan \delta$ , коэффициент затухания и фазы  $\lambda_{\rm B}$ ,  $v_{\rm ф}$ ,  $v_{\rm гp}$ , волновое сопротивление среды, глубину проникновения ЭМВ в вещество. Определить амплитуду плотности тока проводимости и смещения, а также плотность потока мощности волны в начале координат и на расстоянии z от начала координат. Рассчитать, на каком расстоянии от начала координат амплитуда поля уменьшится в m раз.

Вариант	$f$ , Г $\Gamma$ ц	ε	$\sigma$ , CM/M	$E_m$ , B/M	<i>Z</i> , M	m
45	0,01	60,0	$9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	27,0	70

Таблица 1: Исходные данные.

$\varepsilon_0, \Phi/_{\mathrm{M}}$	с, м/с	$Z_0$ , Om
$\frac{10^{-9}}{36\pi}$	$3 \cdot 10^8$	$120\pi$

Таблица 2: Постоянные величины.

#### Решение:

Найдем тангенс потерь, для того чтобы определить классификацию среды.

$$tg\delta = \frac{\sigma}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot f \cdot \varepsilon_0} = 0,27; \tag{1}$$

Поскольку, значение  $tg\delta$  находится в интервале от 0,1 до 10, можно предположить что среда полупроводящая. Коэффициенты затухания и фазы полупроводящей среды определяются по следующем формулам:

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 10^7 = 6,283 \cdot 10^7; \tag{2}$$

$$\alpha = \omega \sqrt{\frac{\varepsilon_{\alpha} \cdot \mu_{\alpha}}{2} \left( \sqrt{1 + tg^2 \delta} - 1 \right)} = 0,193 \text{ 1/m};$$
 (3)

$$\beta = \omega \sqrt{\frac{\varepsilon_{\alpha} \cdot \mu_{\alpha}}{2} \left( \sqrt{1 + tg^2 \delta} + 1 \right)} = 1,634 \text{ 1/m}; \tag{4}$$

Находим характеристики ЭМВ:

• длину волны:

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = 3,845 \text{ m}; \tag{5}$$

• фазовую скорость, групповую скорость:

$$v_{\phi} = v_{\rm rp} = \omega \beta = 3,845 \cdot 10^7 \,\text{m/c};$$
 (6)

• волновое сопротивление диэлектрика:

$$Z_{\rm B} = Z_0 \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}\right)}} \exp\left(\mathrm{i}\frac{\delta}{2}\right) = 47,70720 - 5,29937i \text{ Om;} \tag{7}$$

• глубину проникновения:

$$\Delta^{\circ} = \frac{1}{\alpha} = 5,181 \text{ m}; \tag{8}$$

Рассчитаем амплитуду плотности тока проводимости и смещения:

$$j_{\text{пр}} = \sigma E_m = 18 \cdot 10^{-5} \text{ A/M}^2,$$
 (9)

$$j_{\rm cm} = \frac{j_{\rm np}}{t \, a \, \delta} = 6,667 \cdot 10^{-4} \, \text{A/m}^2;$$
 (10)

Рассчитаем плотность потока мощности ЭМВ:

$$\Pi_0 = \frac{E_m^2}{2 \cdot Z_{\rm B}} = 4,18 \cdot 10^{-6} \,\mathrm{BT/M}^2,$$
(11)

$$\Pi(z) = \Pi_0 \cdot e^{-2 \cdot \alpha z} = 1,24 \cdot 10^{-10} \text{ BT/m}^2;$$
 (12)

Рассчитаем на каком расстоянии от начала координат амплитуда поля уменьшается в 70 раз:

$$A = e^{\alpha z} \to m = e^{\alpha z} \to z = \frac{\ln m}{\alpha} = 22,013 \text{ m};$$
 (13)