

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.

Омск, 2020

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 $\lambda_v, \nu_\phi, \nu_{gr}$, 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 , ГГц	ε	σ , См/м	E_m , В/м	z , м	m
45	0,01	60,0	$9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	27,0	70

Таблица 1: Исходные данные.

ε_0 , Ф/м	c , м/с	Z_0 , Ом
$\frac{10^{-9}}{36\pi}$	$3 \cdot 10^8$	120π

Таблица 2: Постоянные величины.

Решение:

Найдем тангенс потерь, для того чтобы определить классификацию среды.

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

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 следующему формулам:

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 10^7 = 6,283 \cdot 10^7; \quad (2)$$

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

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

Находим характеристики ЭМВ:

- длину волны:

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = 3,845 \text{ м}; \quad (5)$$

- фазовую скорость, групповую скорость:

$$v_{\phi} = v_{\text{гр}} = \omega\beta = 3,845 \cdot 10^7 \text{ м/с}; \quad (6)$$

- волновое сопротивление диэлектрика:

$$Z_{\text{в}} = Z_0 \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon \left(\sqrt{1 + \text{tg}^2 \delta} \right)}} \exp \left(i \frac{\delta}{2} \right) = 47,70720 - 5,29937i \text{ Ом}; \quad (7)$$

- глубину проникновения:

$$\Delta^{\circ} = \frac{1}{\alpha} = 5,181 \text{ м}; \quad (8)$$

Рассчитаем амплитуду плотности тока проводимости и смещения:

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

$$j_{\text{см}} = \frac{j_{\text{пр}}}{\text{tg} \delta} = 6,667 \cdot 10^{-4} \text{ А/м}^2; \quad (10)$$

Рассчитаем плотность потока мощности ЭМВ:

$$\Pi_0 = \frac{E_m^2}{2 \cdot Z_{\text{в}}} = 4,18 \cdot 10^{-6} \text{ Вт/м}^2, \quad (11)$$

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

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

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