

## Задача 2.

Амплитуда напряженности электрического поля плоской электромагнитной волны в некоторой точке составляет 10 В/м. **Найти амплитуды напряженностей электрического и магнитного полей** на расстоянии  $z = N$  м от этой точки вдоль направления распространения волны, если волна распространяется в среде с абсолютной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_a = \epsilon_0[(1+N) - i0,01]$  Ф/м и относительной магнитной проницаемостью  $\mu = 1$ . Частота колебаний  $f = 10$  ГГц.

### • КОСТАНТЫ

$$m_0 = 1.25e-6$$

$$m_0 = 1.2500e-06$$

$$\epsilon_0 = 8.85e-12$$

$$\epsilon_0 = 8.8500e-12$$

$$i = \text{sqrt}(-1)$$

$$i = 0.0000 + 1.0000i$$

### • ДАНО

$$N = 15; \text{ \% Номер варианта}$$

$$E_m = 10$$

$$E_m = 10$$

$$\epsilon_a = \epsilon_0 * ((1 + N) - i*0.01)$$

$$\epsilon_a = 1.4160e-10 - 8.8500e-14i$$

$$\mu_a = 1 * m_0$$

$$\mu_a = 1.2500e-06$$

$$f = 10e9$$

$$f = 1.0000e+10$$

$$z = N \text{ \% расстояние}$$

$$z = 15$$

### • НАЙТИ

$$\vec{E}(t, z) - ?$$

$$\vec{H}(t, z) - ?$$

**Найти амплитуды напряженностей электрического и магнитного полей** на расстоянии  $z = N$  м от этой точки вдоль направления распространения волны

## • РЕШЕНИЕ

$$\dot{E} = E_m e^{i(\omega t - kz)} = E_m e^{-\alpha z} e^{i(\omega t - \beta z)} \Rightarrow \vec{E}(t, z) = E_m e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z)$$

Найдем коэффициенты, так как среда с потерями, то

$$\dot{k} = \beta - i\alpha = \omega \sqrt{\tilde{\epsilon}_a \tilde{\mu}_a}, \text{ где } \Rightarrow$$

$$\omega[c^{-1}] = 2\pi f =$$

```
w = 2*pi*f % подставляем для своего варианта
```

```
w = 6.2832e+10
```

$$\tilde{\epsilon}_a = \epsilon'_a - i\epsilon''_a = \epsilon_a - i\frac{\sigma}{\omega} =$$

```
disp(ea)
```

```
1.4160e-10 - 8.8500e-14i
```

$$\tilde{\mu}_a = \mu'_a - i\mu''_a = \mu_a =$$

```
disp(mu)
```

```
1.2500e-06
```

$$\Rightarrow \dot{k}[\text{Ом}] =$$

```
k = w*sqrt(mu*ea)
```

```
k = 8.3592e+02 - 2.6123e-01i
```

Откуда

$$\beta\left[\frac{1}{\text{м}}\right] = \text{Re}(\dot{k}) =$$

```
b = real(k)
```

```
b = 835.9235
```

$$\alpha\left[\frac{1}{\text{м}}\right] = \text{Im}(\dot{k}) =$$

```
a = abs(imag(k)) % Модуль не пишете
```

```
a = 0.2612
```

**1. ПОДВЕДЕМ ИТОГ ПО ВЕКТОРУ E, ПОДСТАВЛЯЕМ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ !!!**

$$\vec{E}(t, z) = E_m e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z) e_1 \frac{B}{\mathcal{M}}$$

## 1. НАЙДЕМ Н ВЕКТОР

$$Z_c [\text{ОМ}] = \sqrt{\frac{\tilde{\mu}_a}{\tilde{\varepsilon}_a}} =$$

$$Z_c = \text{sqrt}(ma/ea)$$

$$Z_c = 93.9557 + 0.0294i$$

$$\dot{H}_m \left[ \frac{A}{\mathcal{M}} \right] = \frac{E_m}{Z_c} =$$

$$H_m = E_m / Z_c$$

$$H_m = 0.1064 - 0.0000i$$

Разложим

$$\dot{H}_m = |H_m| e^{i\varphi},$$

где

$$|H_m| \left[ \frac{A}{\mathcal{M}} \right] = \sqrt{\text{Re}(\dot{H}_m)^2 + \text{Im}(\dot{H}_m)^2} =$$

$$H_{m\_abs} = \text{abs}(\text{sqrt}(\text{real}(H_m)^2 + \text{imag}(H_m)^2))$$

$$H_{m\_abs} = 0.1064$$

$$\varphi \left[ \frac{\text{рад}}{c} \right] = \text{arctg} \left( \frac{\text{Im}(\dot{H}_m)}{\text{Re}(\dot{H}_m)} \right) =$$

$$\text{phaza} = \text{atan}(\text{imag}(H_m) / \text{real}(H_m))$$

$$\text{phaza} = -3.1250e-04$$

## 1. ПОДВЕДЕМ ИТОГ ПО ВЕКТОРУ Н, ПОДСТАВЛЯЕМ ПОЛУЧЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ !!!

$$\vec{H}(t, z) = |H_m| e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z - \varphi) e_2 \frac{A}{\mathcal{M}}$$

## 1. ВЫПОЛНЯЕМ ОСТАВШИЕСЯ ЗАДАНИЯ

**амплитуду напряженности электрического поля на расстоянии z**

$$E_m(z) \left[ \frac{B}{M} \right] = E_m e^{-\alpha z} =$$

$$E_z = E_m \cdot \exp(-a \cdot z)$$

$$E_z = 0.1987$$

**амплитуду магнитного** поля на расстоянии  $z$

$$H_m(z) \left[ \frac{A}{M} \right] = |H_m| e^{-\alpha z} =$$

$$H_m = H_{m\_abs} \cdot \exp(-a \cdot z)$$

$$H_m = 0.0021$$

• **ОТВЕТ**

**ВЫПИСАТЬ ВСЕ ЗНАЧЕНИЯ И Т Д ВЫШЕ ВСЕ ПОЛУЧЕНО. НЕ ЗАБЫВАЙТЕ ПОДСТАВЛЯТЬ В ФОРМУЛЫ ЧИСЛА.**