

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ДИПОЛЯ ГЕРЦА В ОДНООСНЫХ МАГНИТНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Рабаев Д.А.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Канымгазиева И.А.
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан
E-mail: llmira_69@mail.ru

Аннотация — В работе получены асимптотические решения аналитического решения уравнений Максвелла для точечного диполя Герца в дальней зоне, расположенного перпендикулярно оси одноосного магнитного кристалла и построены сечения его диаграммы направленности.

1. Введение

Чтобы более углубленно изучать физические процессы, такие как поляризация, лучепреломление, дисперсия и др. необходимо получить из аналитического решения уравнений Максвелла асимптотические решения.

2. Основная часть

В данной работе рассматриваются вторые составляющие аналитического решения уравнений Максвелла, действующие перпендикулярно оси одноосного магнитного кристалла для диполя Герца [1]:

$$\mathbf{E}_2 = -(\varepsilon_0 \varepsilon)^{-1} (k_n^{\mu 2} (\mathbf{p}_\perp^\varepsilon \Psi_1^\mu) - k_0^2 \text{grad}_\perp \text{div}(\mathbf{p}_\perp^\varepsilon \Psi_2^\mu) + \text{grad}_\perp \text{div}(\mathbf{p}_\perp^\varepsilon \Psi_0)), \quad (1)$$

$$\mathbf{H}_2 = -i\omega (\text{grad}_\perp (\partial/\partial z) \mathbf{e}_z \text{rot}(\mathbf{p}_\perp^\varepsilon \Psi_2^\mu) + \mathbf{e}_z (\mathbf{e}_z \text{rot} \mathbf{p}_\perp^\varepsilon (\Psi_0 - \Psi_1^\mu)) - \text{rot}(\mathbf{p}_\perp^\varepsilon \Psi_0)), \quad (2)$$

где $\mathbf{p}_\perp^\varepsilon$ — момент электрического диполя, расположенного перпендикулярно к оси z кристалла;

$$\Psi_1^\mu = -\frac{\mu}{\sqrt{\mu_1}} \frac{\exp(ik_n^{\mu 2} r')}{4\pi \cdot r'}, \quad \Psi_2^\varepsilon \approx \frac{\Psi_0 r^2 - \Psi_1^\varepsilon r^2}{k_0^2 (r^2 - z^2)};$$

$$\Psi_0 = \frac{-\exp(ik_0 r)}{4\pi \cdot r}, \quad k_n^{\mu 2} = k_0^2 \frac{\mu_1}{\mu}, \quad k_0^2 = \omega^2 \varepsilon_0 \varepsilon \mu \mu_0;$$

$$\text{grad}_\perp = \text{grad} - \mathbf{e}_z (\partial/\partial z), \quad r' = \sqrt{x^2 + y^2 + (\mu_1/\mu)z^2}.$$

Получены асимптотические решения (1), (2) в дальней зоне:

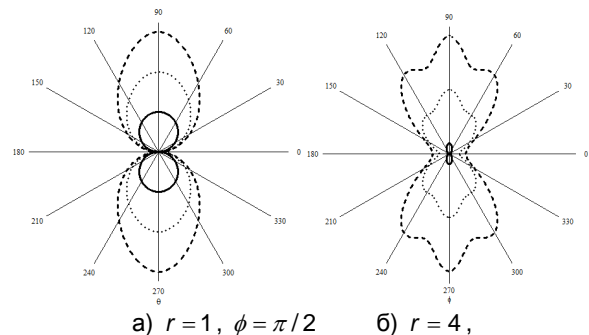
$$E_r = 0; \quad E_\theta = \frac{k_0^2 \rho_x \cos\theta \cos\varphi \cdot \exp(ik_0 r)}{4\pi \varepsilon_0 r}; \quad (3)$$

$$E_\varphi = -\sqrt{\frac{\mu}{\mu_1}} \frac{k_n^{\mu 2} \rho_x \sin\varphi \cdot \exp(ik_n^\mu r')}{4\pi \varepsilon_0 r'}, \quad (4)$$

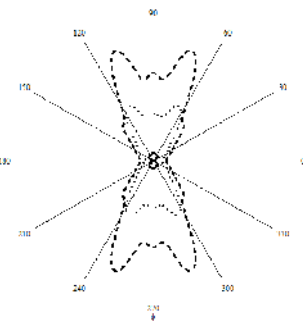
$$H_r = 0, \quad H_\theta = -\frac{\omega \cdot k_0 \rho_x \exp(ik_n^\mu r') \sin\varphi}{4\pi r ((\mu/\mu_1) \cos^2 \theta + \sin^2 \theta)}, \quad (5)$$

$$H_\varphi = -\frac{\omega \cdot k_0 \rho_x \exp(ik_0 r) \cos\theta \cos\varphi}{4\pi \cdot r}. \quad (6)$$

Полученные асимптотические решения (3 — 6) при использовании предельного перехода $\mu_1 \rightarrow \mu$ соответствуют решениям [2]. На рис. 1 показаны сечения диаграммы направленности (ДН) диполя Герца, расположенного перпендикулярно оси одноосного магнитного кристалла.



а) $r = 1, \phi = \pi/2$ б) $r = 4,$



в) $r = 8, \theta = \pi/2$

— $\mu_1 = 2, \dots, \mu_1 = 5, \quad - - \mu_1 = 8$

Рис. 1

3. Заключение

В работе получены асимптотические решения точного решения уравнений Максвелла для точечного диполя Герца в дальней зоне, расположенного перпендикулярно оси одноосного магнитного кристалла и построены сечения его ДН.

4. Список литературы

- [1] Sautbekov S. Radiation of Electric and Magnetic Dipole Antennas in Magnetically Anisotropic Media / S. Sautbekov, I.A. Kanymgazyeva, P. Frangos // Electronics and electrical engineering. — 2010. — No.1 (97). — P. 23 — 27.
- [2] Фельд Я.Н. Основы теории антенн / Я.Н. Фельд, Л.С. Бененсон. — М.: Дрофа, 2007. — 491 с.

ASYMPTOTIC SOLUTIONS OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD FOR A HERTZ DIPOLE IN UNIAXIAL MAGNETIC CRYSTALS

Rabaye D.A.

Scientific adviser: Kanymgazyeva I.A.
Eurasian National University named after L.N. Gumilev,
Kazakhstan

Abstract — The asymptotic solutions of the analytical solution of Maxwell's equations in the far field for a point Hertz dipole, located perpendicular to the axis of the uniaxial magnetic crystal and built sectional of radiation pattern, were obtained.