

УДК 537.87:621.371

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ВОЛНА В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ

А. И. Антоненко, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Киевский национальный университет технологий и дизайна

Ключевые слова: магнитная и электрическая напряженность, скорость движения, материальность электромагнитного поля, гравитация.

В плоской электромагнитной волне плотность электрической компоненты, как материальной субстанции, равна плотности магнитной компоненты в любой точке пространства. Вдоль направления распространения волны плотность электромагнитной материи распределена волнообразно, образуя пучности (с максимальным значением плотности) и впадины (с нулевым значением плотности) удвоенной частоты. В плоскости, перпендикулярной направлению распространения, плотность электромагнитной материи одинакова во всех точках этой плоскости. Такую плоскость называют фронтом волны. При наложении двух, бегущих встречно, плоских волн образуется стоячая волна. В стоячей волне плотность электромагнитной материи совершает колебательное движение в пределах длины волны значений напряженности [1]. При этом происходит смена магнитной компоненты, расположенной в одном месте, на электрическую компоненту, расположенную в месте, смещенном на $\frac{1}{4}$ длины волны в направлении распространения или против него. В точках пучности плотности электрической и магнитной компоненты скорость движения материальной среды всегда равна нулю, а в окрестности этих точек возрастает до скорости света. Скорость движения фронта значений электрической и магнитной напряженности не ограничена.

Плоская электромагнитная волна является частным случаем трехмерной электромагнитной волны [2] при устремлении расстояния до зоны изменения направления магнитного потока в бесконечность. Анализ движения плотности электромагнитной материи в такой волне выявил наличие движения в плоскости фронта значений магнитной напряженности. Учитывая материальность электромагнитного поля и выявленные особенности его движения, рассмотрим возможные варианты поведения плоской электромагнитной волны в гравитационном поле.

Будем рассматривать плоскую электромагнитную волну в декартовой системе координат. Примем координатную ось x перпендикулярной плоскости фронта волны и направленной к центру источника гравитационной напряженности. Предположим, что под действием гравитационного ускорения плотность электромагнитной материи в плоскости фронта волны по мере приближения к источнику гравитации будет изменяться неравномерно. В окрестности координатной оси x плотность материи будет увеличиваться за счет притока электромагнитной материи с периферии плоской электромагнитной волны.

При наличии такого движения следует предположить появление ограниченного расстояния до зоны изменения направления магнитного потока. Для волны с плоскопараллельным магнитным полем можно задать следующее распределение магнитной напряженности с учетом приведенных условий:

$$H_x = 0$$

$$H_y = H_{my} \cos(2\pi(ft - x/\lambda_x)) * 2y/\lambda_y e^{-(y/\lambda_y)^2} * 2z/\lambda_z e^{-(z/\lambda_z)^2}$$

$$H_z = -H_{my} \cos(2\pi(ft - x/\lambda_x)) * (2/\lambda_y) (2y^2/\lambda_y^2 - 1) e^{-(y/\lambda_y)^2} * \lambda_z e^{-(z/\lambda_z)^2},$$

где H_x, H_y, H_z – мгновенные значения составляющих вектора магнитной напряженности; H_{my} – амплитуда составляющей по y вектора магнитной напряженности; f – частота волны; $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$ – характеристические относительно соответствующих осей длины, зависящие от расстояния к источнику гравитации. Принятое распределение удовлетворяет условиям: $\text{div} \vec{H} = 0$; $\int_{-\infty}^{+\infty} H_y dz = 0$; $\int_0^{\infty} H_z dy = 0$.

Поступательное движение вдоль оси x такого магнитного поля со скоростью $\vec{V}_x = c\lambda/\lambda_x * \vec{e}_x$ сопровождается [3] возникновением электрической напряженности

$$\vec{E}_y = \mu \vec{H}_z \times \vec{V}_x = -\mu c \lambda / \lambda_x H_{mz} \cos(2\pi(ft - x/\lambda_x)) * (2/\lambda_y) (2y^2/\lambda_y^2 - 1) e^{-(y/\lambda_y)^2} * \lambda_z e^{-(z/\lambda_z)^2} * \vec{e}_y$$

$$\vec{E}_z = \mu \vec{H}_y \times \vec{V}_x = -\mu c \lambda / \lambda_x H_{my} \cos(2\pi(ft - x/\lambda_x)) * 2y/\lambda_y e^{-(y/\lambda_y)^2} * 2z/\lambda_z e^{-(z/\lambda_z)^2} * \vec{e}_z,$$

где μ – магнитная проницаемость.

Составляющую по координате x электрической напряженности можно найти из условия $\text{rot}_x \vec{H} = \varepsilon \frac{\partial E_x}{\partial t}$ с учетом $f = c/\lambda$.

Список использованных источников

1. Антоненко А.И. Колебательное движение электромагнитного поля как материальной двухкомпонентной среды. / Труды Международной научной конференции "ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ. ОБРАЗОВАНИЕ. БЕЗОПАСНОСТЬ 2017", 31.05 – 03.06 2017, г. Велико Тырново, Болгария, ISSN 2535 – 0315, т. 2, с.214 - 216.

2. Антоненко А. И Трехмерная электромагнитная волна. [Текст]: с. 9-10 *матеріалів XVI Міжнародної науково-технічної конференції (Кременчук, 3–5 лист. 2017 р.)*. / М-во освіти і науки, Кременчуцький нац. ун-т ім. М. Остроградського; відп. за вип. В. В. Гладкий. – Кременчук. Кременчуцький нац. ун-т ім. М. Остроградського, 2017. – 173 с.

3. Антоненко А. І. Динаміка руху в тривимірній електромагнітній хвилі. [Текст]: с. 148-150 *матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції 19 – 25 березня 2018 р.* «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи». / М-во освіти і науки України, НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського. – К: 2018. – 281 с.