

## ДУАЛЬНО ИНВАРИАНТНАЯ ФОРМУЛИРОВКА УРАВНЕНИЙ ДЛЯ БЕССИЛОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Толкачев Е.А.

*Институт физики НАН Беларуси,  
пр. Независимости, 68, г. Минск, 220072, Беларусь  
e-mail: tea@dragon.bas-net.by*

На основе бикватернионного обобщения задачи о нахождении собственных векторов антисимметричного тензора второго ранга  $\underline{F}$  в пространстве Минковского  $2^{-1}(\underline{F}^*V - V\underline{F}) = \lambda V$  найдены нуль-вектора бикватерниона напряженностей бессилового электромагнитного поля  $j = i(J_g\underline{F} + \underline{F}^*J_g)$ ,  $\tilde{j} = i(j\underline{F} + \underline{F}^*j)$  и построена дуально инвариантная формулировка уравнений бессилового электромагнитного поля для дионов

$$\bar{J}_{e,g}^*\underline{F} + \underline{F}^*J_{e,g} = 0, \quad J_{e,g} = \sum_n J_{e_n,g_n},$$

где

$$J_{e_n,g_n} \equiv \frac{e_n + ig_n}{\sqrt{e_n^2 + g_n^2}} J \sqrt{e_n^2 + g_n^2} \equiv (\cos \vartheta_n + i \sin \vartheta_n) J_{|q_n|} = e^{i\vartheta_n} J_{|q_n|}$$

и

$$\bar{J}_{|q_n|}^* = -J_{|q_n|}.$$

Когда фазы всех зарядов одинаковы —  $\vartheta_n = \theta$ , то после дуального поворота и переопределения токов и полей в уравнениях Максвелла получаем бикватернионную известную формулировку нелинейных уравнений бессилового электромагнитного поля из электрически заряженных частиц [1, 2] либо ее магнитный аналог.

Это дает основание предполагать, что постулированное условие  $\bar{J}_{e,g}^*\underline{F} + \underline{F}^*J_{e,g} = 0$  приводит к правильной формулировке уравнений для бессилового электромагнитного поля из дионов с различным отношением  $g_n/e_n$ . Последнее актуально в контексте поиска монополей, возможно рождающихся в эргосфере черных дыр и покидающих ее в соответствии с механизмом Пенроуза. Данный подход также позволяет трактовать

электродоминированные бессиловые электромагнитные поля в эргосфере быстро вращающейся черной дыры как проявление эффективной трансмутации зарядов в результате дуального преобразования.

### Литература

1. Uchida T. Theory of force-free electromagnetic fields. I. General theory // *Phys. Rev. E*. 1997. V. 56. №2. P. 2181–2197.
2. Gralla S.E. Spacetime approach to force-free magnetospheres // *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 2014. V.445. №3. P. 2500–2534 (arXiv:1401.6159 [astro-ph.HE]).