

СВОЙСТВА БЕССЕЛЕВЫХ ПУЧКОВ

И.В. Праходский

Целью работы является расчет интенсивности и плотности потока энергии бесселевых пучков света. Для того, чтобы сделать эти расчеты, в начале нужно рассчитать компоненты векторов поля бесселева пучка, а затем подставить их в формулы для интенсивности и плотности потока энергии.

В статьях [1],[2] указываются два способа получения выражений для компонент векторов поля бесселева пучка, а так же выражений для интенсивности и плотности потока энергии. В них компонента векторов поля получаются в декартовых координатах. Интенсивности и плотности потока энергии получаются или в декартовых, или переводятся в цилиндрические. Но можно провести вычисления другим способом. Компоненты векторов поля можно получать сразу в цилиндрических координатах. При этом конечные результаты получаются в более простом и наглядном виде.

Способ получения выражений для компонент векторов поля бесселева пучка состоит в следующем. Пучок света описывается тремя составляющими электрического и тремя составляющими магнитного поля $(H_z, H_\phi, H_r, E_z, E_\phi, E_r)$. В силу того, что система цилиндрических координат выбирается произвольным образом, любая из компонент бесселева пучка может определяться как: $J_n e^{i(n\phi - \omega t - kz)}$, где J_n - функция Бесселя n -го порядка. Пучок берется поляризованным, причем поляризация может быть любая - продольная, линейная, круговая и т. д. С учетом всего этого очевидно, что две компоненты электрического или магнитного поля уже заданы. Третью можно получить с помощью уравнения $\text{div}E=0$ или $\text{div}H=0$. Оставшиеся три компоненты получаются из уравнения $\text{rot}E = -i\omega\mu H$ или $\text{rot}H = i\epsilon\omega E$. Полученные таким образом компоненты подставляются в выражения для интенсивности и плотности потока энергии. Очевидно, что таких случаев может быть довольно много. Были получены выражения для интенсивности и плотности потока энергии для девяти из них.

При анализе полученных результатов было замечено, что в выражениях для плотности потока энергии отсутствует составляющая на e_r . Это представляет наибольший интерес так как наглядно подтверждает бездифракционность бесселевых пучков. При анализе полученных результатов было так же показано, что такие пучки могут существовать в действительности.

Литература:

1. Бельский А. М. // Компоненты векторов поля и потоки энергии бездифракционных электромагнитных пучков. – Вестник БГУ, - В.2. - 1995. – С. 8 – 11.
2. S. R. Mishra // A vector wave analysis of a Bessel beam. - Optics Communications, - V. 3, N. 1 - 1991. – С. 159 – 161.