

УДК 621.375

М.А. Казарян, Т.И. Кузнецова, Ю.П. Васильев

## АНАЛОГОВЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ФАЗОВОЙ ПРОБЛЕМЫ С ПОМОЩЬЮ РЕЗОНАТОРА ХАРДИ

Показано, что с помощью резонатора Харди в отсутствие объекта можно получить его объемное изображение при использовании двух внутрирезонаторных амплитудных транспарантов.

Данная работа основывается на следующих свойствах резонатора Харди [1]. Как известно, этому резонатору присущи высокочастотные собственные колебания, которые имеют достаточно сложную поперечную структуру, способную передавать изображения. Существенно, что распределения полей на двух зеркалах либо являются идентичными, либо при разных радиусах кривизны зеркал одно распределение представляет собой увеличенную копию другого, причем копируется распределение не только амплитуды поля, но и его фазы. Этот резонатор был опробован нами вместе с усиливающим элементом на парах стронция для получения увеличенных изображений мелкомасштабных объектов. И мы считаем, что с помощью резонатора Харди в отсутствие объекта можно получить его объемное изображение, если использовать два амплитудных транспаранта, которые изготавливаются следующим образом.

Пусть исходный амплитудно-фазовый объект, помещенный на сферической поверхности радиуса  $R_1$ , освещается монохроматическим излучением, а поле, отраженное от объекта, имеет вид  $E(x, y, z) \exp(-i\omega t)$ . Поместим начало координат в центре сферы и обозначим пространственное распределение поля на сфере через  $f(x, y)$ :

$$f(x, y) = E(x, y, \sqrt{R_1^2 - x^2 - y^2}).$$

Далее для простоты будем считать, что  $f(x, y) = f(-x, -y)$ . Поле в плоскости  $z = 0$  имеет вид

$$E(x, y, 0) = \frac{ik}{R_1} \exp\left(ikR_1 + ik\frac{x^2 + y^2}{2R_1}\right) \tilde{f}\left(\frac{kx}{R_1}, \frac{ky}{R_1}\right).$$

Здесь  $\tilde{f}$  – Фурье-образ функции  $f$ ;

$$\tilde{f}\left(\frac{kx}{R_1}, \frac{ky}{R_1}\right) = \frac{1}{2\pi} \int f(x_1, y_1) \exp\left(-ik\frac{xx_1 + yy_1}{R_1}\right) dx_1 dy_1.$$

С помощью фотографирования можно получить транспаранты с пропусканием

$$a(x, y) = |f(x, y)|, \quad A(x, y) = \frac{k}{R_1} \left| \tilde{f}\left(\frac{kx}{R_1}, \frac{ky}{R_1}\right) \right|.$$

Если поместить транспаранты  $a(x, y)$  и  $A(x, y)$  в резонатор Харди, вблизи зеркала радиуса  $R_1$  и линзы соответственно, а также разместить между этим зеркалом и линзой усиливающий элемент, то установление поперечной структуры поля при развитии генерации из спонтанных шумов в таком лазере будет описываться уравнением

$$f_{n+1}(x, y) = \hat{F} [A^2 \hat{F} (a^2 f_n(x, y))],$$

где  $f_n$  – поле на проходе, приходящее на зеркало радиуса  $R_1$ ;  $\hat{F}$  – оператор преобразования Фурье.

Как следует из численного анализа [2], решение уравнения сходится к функции  $f_\infty$ , близкой к исходной функции  $f(x, y)$ . Это значит, что при достаточном числе проходов в указанном резонаторе установится комплексное поле, мало отличающееся от поля, создаваемого исходным амплитудно-фазовым объектом.

Существенной особенностью схемы является то, что если на зеркале  $R_1$  мы имеем исходное поле, то на зеркале радиуса  $R_2$  – поле  $f\left(\frac{R_1}{R_2}x, \frac{R_1}{R_2}y\right)$ .

1. Hardy W.A., // IBM J. Res. And Develop. 1965. V. 9. P. 31.
2. Кузнецова Т.И., Кузнецов Д.Ю. // Квантовая электроника. 1985. Т. 12. С. 2507.

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН,  
г. Москва

Поступила в редакцию  
2 декабря 1997 г.

*M.A. Kazaryan, T.I. Kuznetsova, Yu.P. Vasil'ev. Analogue Method for the Phase Retrieval Based on Hardy Resonator Employment.*

It is shown that in the absence of the object one could obtain its 3-dimensional image, providing two proper transparencies are inserted into Hardy resonator.