

УДК 535.44

## СТОХАСТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КВАНТОВАННЫХ ДОЭ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Д. Г. Качалов<sup>1</sup>, В. С. Павельев

Самарский государственный аэрокосмический университет  
443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, д. 34

*Рассмотрен стохастический подход к оптимизации квантованных дифракционных оптических элементов (ДОЭ), предназначенных для формирования заданных продольных распределений интенсивности.*

Элементы дифракционной микрооптики, формирующие заданные продольные распределения интенсивности (соосные отрезки, наборы последовательных осевых фокусов и т.д.) или бездифракционные пучки [1] находят применение во многих областях техники. Наиболее распространенной технологией производства таких элементов является технология литографии, при этом наиболее дешевыми в изготовлении являются бинарные (двухуровневые) дифракционные оптические элементы (ДОЭ).

Такие элементы применяются при выравнивании и совмещении конструкций на больших расстояниях (сотни метров) [2]. В ряде исследований рассматривалось распространение лазерных пучков в турбулентной атмосфере, и было показано, что бездифракционные пучки менее остальных подвержены влиянию атмосферной турбулентности [3, 4]. Также ДОЭ используются в лазерной микроскопии, где необходимо на некотором расстоянии (до нескольких миллиметров) обеспечить постоянный размер светового пятна, например, при эндоскопии трубчатых биоструктур, таких как трахеобронхиальные деревья [5]. Также ДОЭ с углубленным фокусом используются в технологии оптического захвата для манипулирования клеточными микрообъектами и как приводы микромеханизмов [6].

---

<sup>1</sup>e-mail: kachalov@ssau.ru

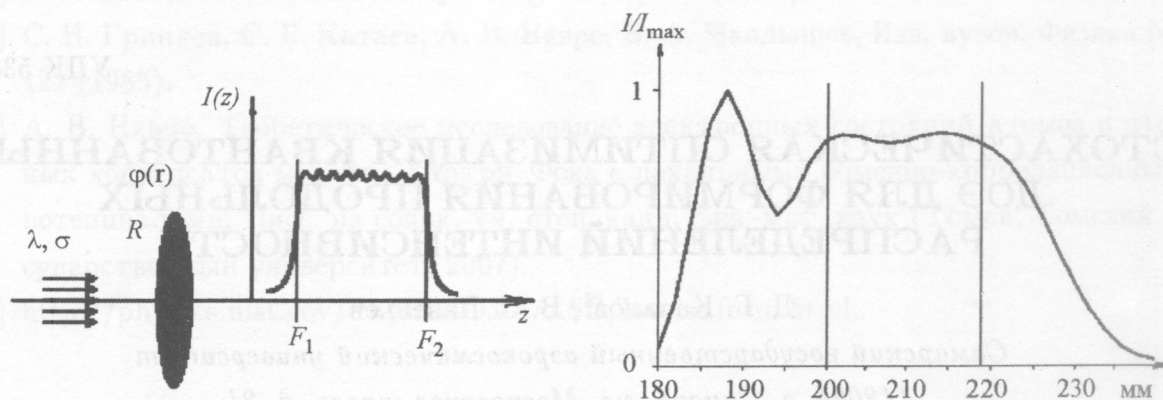


Рис. 1. Постановка задачи расчета ДОО с фазовой функцией  $\varphi(r)$  (пояснения в тексте).

Рис. 2. Распределение интенсивности вдоль оптической оси, сформированное рассчитанным ДОО.

В данной работе рассмотрен расчет ДОО, предназначенных для формирования заданных продольных распределений интенсивности, методом последовательного улучшения решения прямой задачи дифракции. В качестве расчетного алгоритма был выбран генетический алгоритм, адаптированный к специфике данной задачи, заключающейся в естественном спаде осевой интенсивности пучка по мере его распространения и обратной зависимости энергетической эффективности ДОО с равномерностью формируемого распределения интенсивности.

В ходе исследований была решена задача (рис. 1) оптимизации микрорельефа бинарного радиально-симметричного ДОО, фокусирующего гауссов пучок в осевое прямоугольное распределение интенсивности. Были приняты следующие параметры: радиус апертуры  $R = 3.6$  мм, количество отсчетов фазы вдоль радиуса  $N = 128$ , длина волны  $\lambda = 1.06$  мкм, радиус гауссова пучка  $\sigma = 2$  мм, координата  $z$  начала и конца фокального отрезка  $F_1 = 200$  мм и  $F_2 = 218$  мм, соответственно.

В процессе работы оптимизационной процедуры была найдена фазовая функция ДОО, обеспечивающая распределение интенсивности, представленное на рис. 2. На рисунке  $I_{\max} - 5\%$  уровень интенсивности.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Дифракционная компьютерная оптика*. Под ред. В.А. Соифера (М., Физматлит, 2007), глава 3.
- [2] K. Wang, L. Zeng, and Ch. Yin, *Opt. Commun.* **216**, 99 (2003).
- [3] T. Aruga, S. W. Li, S. Yoshikado, M. Takabe, R. M. Li, *Appl. Opt.* **38**, 3152 (1999).
- [4] R. M. Herman, T. A. Wiggins, *J. Opt. Soc. Am. A* **8**, 932 (1991).
- [5] Kye-Sung Lee and Jannick P. Rolland, *Opt. Lett.* **33**(15), 1696 (2008).
- [6] V. Garcés-Chávez, D. McGloin, H. Melville, W. Sibbett and K. Dholakia, *Nature* **419**, 145 (2002).

*По материалам 3 Всероссийской молодежной школы-семинара “Инновационные аспекты фундаментальных исследований по актуальным проблемам физики”, Москва, ФИАН, октябрь 2009 г.*

Поступила в редакцию 26 октября 2009 г.