

**В. В. ДАВЫДОВСКАЯ, В. В. ШЕПЕЛЕВИЧ**  
МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

## **РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДВУМЕРНЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ РАЗЛИЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ В СВОБОДНОМ РЕЖИМЕ**

Существует ряд работ (см. напр., [1–3]), в которых показано, что двумерные световые пучки с плоским верхом (flat-topped light beams), частным случаем которых являются супергауссовы пучки, обладают некоторыми преимуществами по сравнению с гауссовыми пучками.

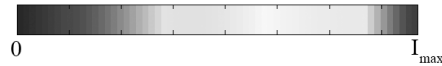
В ряде работ рассматриваются одномерные супергауссовы пучки, которые имеют квадратный профиль [см. напр., 3–5]. При изучении двумерных супергауссовых пучков возникают особенности выбора начальных

параметров пучков на входе в среду, так как в научной литературе обычно рассматривают два вида двумерных супергауссовых световых пучков: цилиндрические и квадратные (напр., [6]).

В данной статье представлены результаты сравнения теоретического изучения распространения двумерных гауссовых пучков, квадратных и цилиндрических световых пучков с супергауссовым распределением интенсивности в линейной изотропной среде (свободный режим).

Для моделирования были использованы следующие параметры:  $n = 2.33$ ,  $\lambda = 0.5145 \mu\text{m}$ , характерный размер входных пучков  $r_0 = 15 \mu\text{m}$ , координата отсчитывалась в дифракционных длинах светового пучка  $z_R$  (см. напр., [1]).

Для удобства рассмотрения особенностей изменения формы пучков в процессе распространения в среде зависимость между цветом и значением относительной интенсивности светового пучка определялась автоматически в соответствии с рисунком 1.

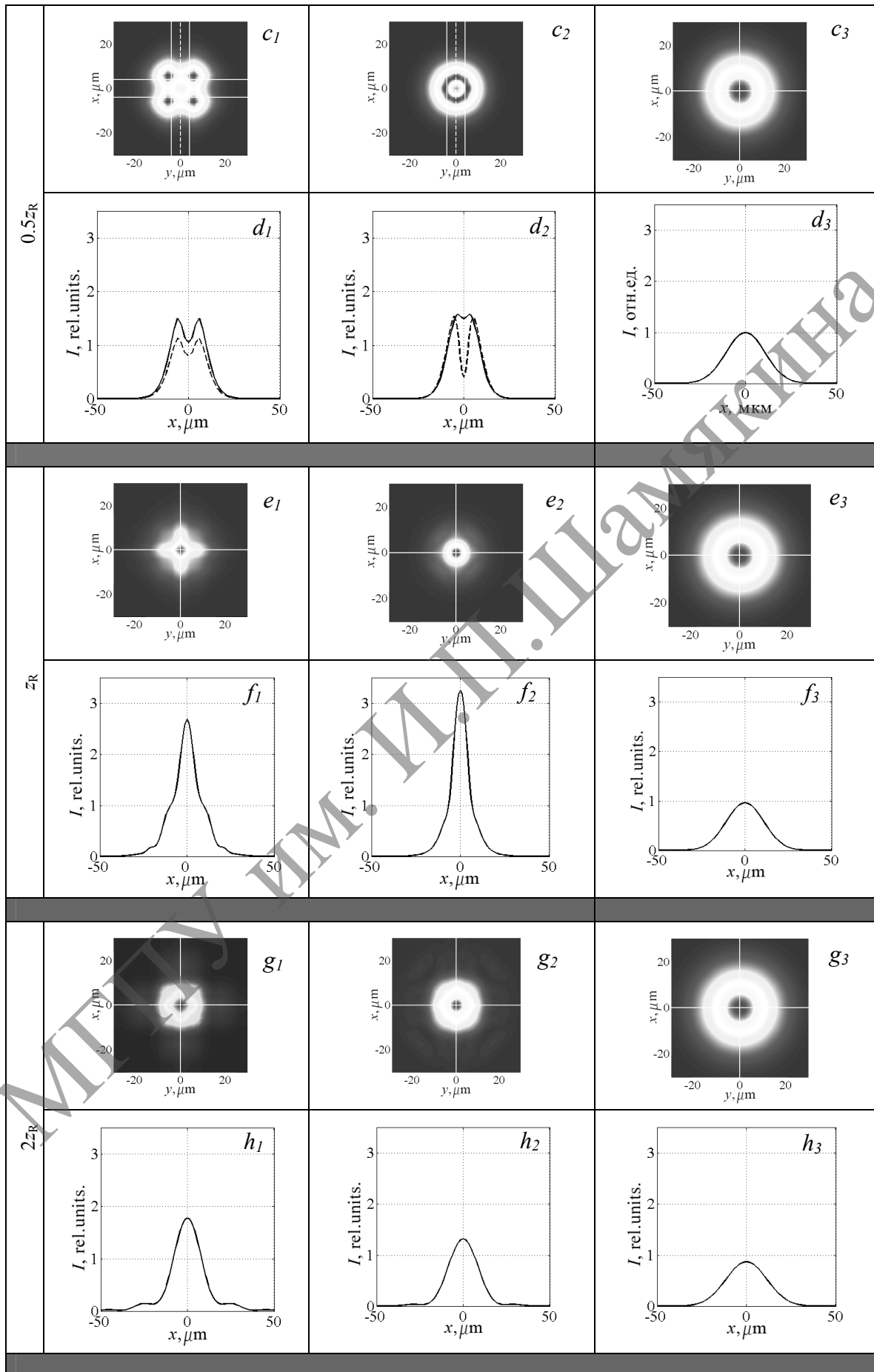


**Рисунок 1 – Шкала соответствия между цветом и значением относительной интенсивности светового пучка**

Из таблицы видно, что на входе в среду гауссов и супергауссовы пучки имеют одинаковое максимальное значение относительной интенсивности в центре пучка. Однако, при  $0 \leq z \leq 0.5 z_R$  (таблица a – d) квадратный супергауссов пучок деформируется и имеет 4 максимума со значениями относительной интенсивности, превышающими 1 вблизи краев, для квадратного пучка симметрия пучка сохраняется как вдоль оси  $ox$ , так и вдоль оси  $oy$ , одинаковые сечения, проходящие через максимумы отмечены на графиках сплошной линией, пунктирной линией отмечено сечение плоскостью, параллельной плоскости  $XOZ$  и проходящей через середину пучка. Для цилиндрического супергауссова пучка симметрия пучка нарушается, при его самофокусировке образуется кольцо, на котором много «шумовых помех», и мы можем наблюдать только два максимума (сплошные линии). Гауссов пучок на этом промежутке распространяется практически без изменений формы. При  $z_R \leq z \leq 2z_R$  (рисунок 2 e – h) наблюдается дополнительная самофокусировка супергауссовых световых пучков и значения относительной интенсивности в центре пучка и максимальное значение относительной интенсивности совпадают. Цилиндрический пучок фокусируется сильнее, чем квадратный. Это может быть связано с тем, что при распространении квадратного супергауссова пучка в линейной изотропной среде в основном наблюдается деформация и появление максимумов в уголках пучка (рисунок 2 c<sub>1</sub> – d<sub>1</sub>), а форма эллиптического пучка изменяется по окружности (рисунок 2 c<sub>2</sub> – d<sub>2</sub>). Гауссов пучок в этом промежутке начинает рассеиваться (рисунок 2 h<sub>3</sub>). При  $z > 2z_R$  супергауссовы пучки, так же как и гауссов, рассеиваются, а при  $z > 5z_R$  супергауссовы пучки начинают пульсировать в пространстве.

Таблица – Динамика изменения формы пучков при распространении в свободном режиме (Пунктирная линия – сечение пучков, проходящее через их центр, сплошные линии – сечения пучков, проходящее через максимумы интенсивности)

$z$	Квадратный супергауссов пучок	Цилиндрический супергауссов пучок	Гауссов пучок
a <sub>1</sub>			
b <sub>1</sub>			



#### ЛИТЕРАТУРА

1. Yajun, L. Flat-topped light beams with non-circular cross-sections / L. Yajun // Journal of modern optics. – 2003. – Vol. 50. – P. 1957–1966.
2. Dickey, F.M. Laser beam shaping theory and techniques / F.M. Dickey, S.C. Holswade. – N.Y.: Marcel Dekker Inc., 2000. – 428 p.
3. Dorrer, C. Design and analysis of binary beam shapers using error diffusion / C. Dorrer, J.D. Zuegel // J. Opt. Soc. Am. B. – 2007. – Vol. 24. – P. 1268–1275.
4. Baida, L. Far-field intensity distribution,  $M^2$  factor, and propagation of flattened Gaussian beams / L. Baida, Z. Bin, L. Shirong // Appl. Opt. – 1999. – Vol. 38. – P. 4581–4584.
5. Chafiq, A. Flat-topped Mathieu-Gauss beam and its transformation by paraxial optical systems / A. Chafiq, Z. Hricha, A. Belafhal // Opt. Comm. – 2007. – Vol. 278. – P. 142–146.
6. Henderson, B.G. Laser Beam Shaping with Membrane Deformable Mirrors / B.G. Henderson, J.D. Mansell // Proc. SPIE. – 2008. – Vol. 10. – P. 7093–7103.