

В. В. ДАВЫДОВСКАЯ

УО МГПУ им. И. П. Шамякина (г. Мозырь, Республика Беларусь)

## СТАБИЛИЗАЦИЯ КВАЗИСОЛИТОННОГО РЕЖИМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОМ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ SBN ПУТЕМ СИММЕТРИЧНОГО УВЕЛИЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ПУЧКОВ

В настоящее время значительный интерес представляют исследования распространения и взаимодействия упорядоченных систем солитонов в фоторефрактивных кристаллах, так как они являются перспективными для применения фоторефрактивных кристаллов в системах оптической передачи данных, а также обработки информации с использованием каждого светового пучка в качестве отдельного информационного канала. К настоящему времени уже существует достаточно большое количество работ, содержащих экспериментальное исследование массивов световых пучков (напр., [1–2]).

В данной работе теоретически обоснована возможность стабилизации квазисолитонного режима распространения каждого их взаимодействующих двумерных световых пучков, симметрично расположенных на входе в кристалл относительно центра входной грани кристалла при увеличении их количества.

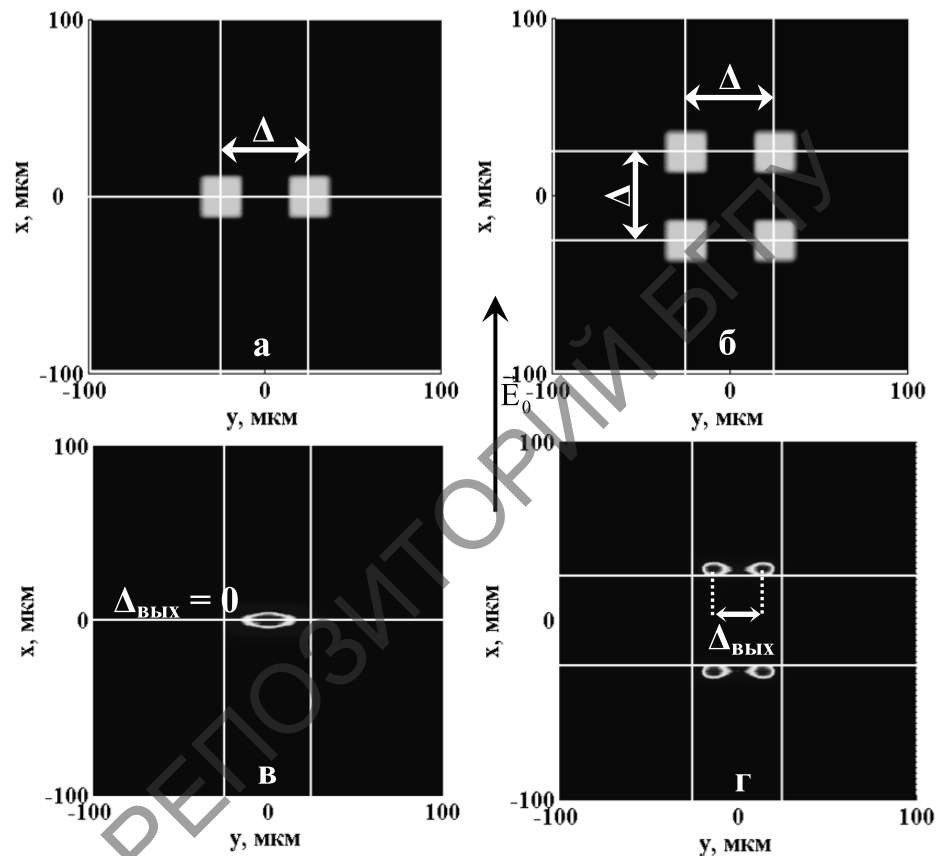
Для моделирования распространения двумерных световых пучков в кристалле SBN были использованы следующие параметры:  $n_e = 2,33$ ,  $r_{33} = 235$  пм/В,  $\lambda = 0,6314$  мкм,  $T = 295$  К [3, 4], характерный размер входных пучков  $r_0 = 12,5$  мкм. Модуль напряжённости внешнего электрического поля, в которое помещён кристалл, равен  $E_0 = 3$  кВ/см.

Для вычисления формы пучков на выходе, использовалась схема Дугласа и метод Дьяконова для решения дифференциальных уравнений в частных производных для двух или более пространственных переменных. Эти методы имеют приемлемые вычислительные затраты и точность (до сотых долей миллиметра толщины кристалла) [5, 6].

Сравним результаты взаимодействия двух и четырех супергауссовых световых пучков квадратного сечения, для которых на входе в кристалл расстояние между центрами их сечений  $\Delta = 50$  мкм (рисунок 1, а, б).

На выходе из кристалла расстояние между центрами сечений, соответствующее взаимодействию двух пучков,  $\Delta_{\text{вых}} = 0$ , то есть происходит полное их объединение в один пучок (рисунок 1, в).

При взаимодействии четырех пучков полного объединения не наблюдается, и каждый пучок фокусируется отдельно. Расстояние между центрами поперечных сечений пучков «верхней пары» при выходе из кристалла  $\Delta_{\text{ВЫХ}} \approx 25$  мкм, а полное объединение этих двух пучков происходит при  $\Delta = 47$  мкм.



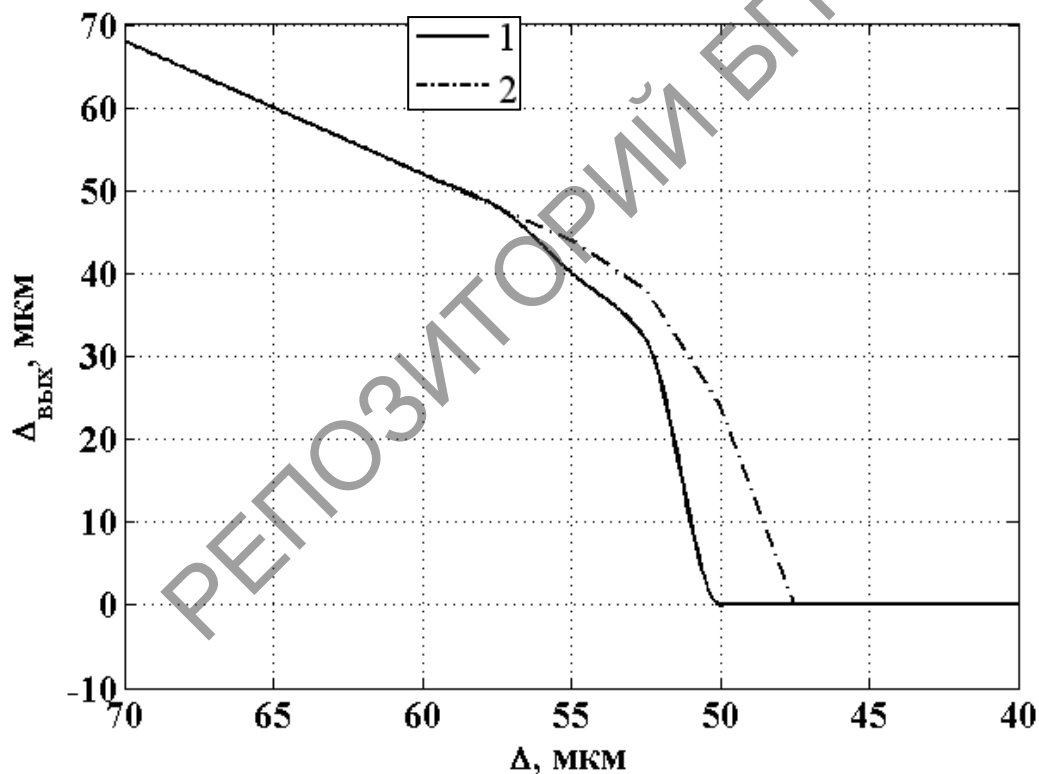
Напряжённость внешнего электрического поля направлена вдоль вертикальной оси  $Ox$  и имеет модуль  $E_0 = 3,5$  кВ/см; а, в - взаимодействие двух пучков; б, г - взаимодействие четырёх пучков

Рисунок 1 - Сравнение результатов взаимодействия двумерных световых пучков квадратного сечения размером  $25 \times 25$  мкм<sup>2</sup>

Рассмотрим явление стабилизации квазисолитонного режима более подробно. При моделировании будем использовать следующие значения параметров: длина кристалла SBN 16 мм, размер поперечного сечения пучков  $25 \times 25$  мкм<sup>2</sup>, напряжённость внешнего электрического поля  $E_0 = 3$  кВ/см; расстояние  $\Delta$  между центрами сечений пучков на входе в кристалл будем постепенно уменьшать от 70 мкм до 40 мкм.

Проведем сравнение результатов взаимодействия двух и четырех супергауссовых световых пучков квадратного сечения.

На рисунке 2 хорошо видно, что, начиная с входного расстояния между осями пучков  $\Delta = 57$  мкм, на выходе из кристалла расстояние между двумя взаимодействующими пучками  $\Delta_{\text{вых}}$  становится (кривая 1) меньше расстояния между двумя верхними пучками, соответствующего взаимодействию четырех пучков (кривая 2).



1 - взаимодействие двух пучков; 2 - взаимодействие четырёх пучков

Рисунок 2 - Зависимость расстояния между центрами сечений световых пучков на выходе из кристалла толщиной 16 мм от расстояния между центрами сечений гауссовых пучков на входе в кристалл

Следует отметить, что полученные теоретические результаты были подтверждены экспериментально (см. [7]).

Выявлено, что при увеличении числа пучков и использовании их симметричного расположения происходит стабилизация квазисолитонного режима распространения. Например, при совместном распространении четырёх пучков объединения не происходит. При распространении в кристалле в тех же условиях двух взаимодействующих пучков, расположенных перпендикулярно к напряжённости электрического поля, они объединяются в один.



### Список использованных источников

1. Optical control of arrays of photorefractive screening solitons / J. Petter [et al.] // *Opt. Lett.* – 2003. – Vol. 28. – P. 438–440.
2. Spatial photonics in nonlinear waveguide arrays/ J.W. Fleischer [et al.] // *Opt. Express.* – 2005.– Vol. 13. – No. 6. – P. 1780–1796.
3. Ducharme, S. Electro-optic and Piezoelectric Measurements in Photorefractive Barium Titanate and Strontium Barium Niobate / S. Ducharme, J. Feinberg, R.R. Neurgaonkar // *J. Quantum Electron.* – 1987. – Vol. 23. – № 12. – P. 2116–2121.
4. Weber, M.J. Handbook of optical materials / M.J. Weber. – Boca Raton :CRC Press, 2003. – 536 p.
5. Mitchel, A.R. Computational Methods in Partial Differential Equations / A.R. Mitchel. – New York: Wiley, z1969. – 255 p.
6. Lizhong, S. Modified finite-difference beam-propagation method based on the Douglas scheme / S. Lizhong, G.L. Yip // *Opt. Lett.* – 1993. – Vol. 18. No. 15. – P. 1229 – 1231.
7. Khmelnskiy, D. Interaction of two-dimensional rectangular light beams in a photorefractive SBN crystal / D. Khmelnskiy, V. Matusevich, A. Kiessling, R. Kowarschik, V.V. Ryzhova, V.V. Shepelevich, A.E. Zagorskiy / *Ferroelectrics.* – 2009. – Vol. 390. – P. 116–127.