

В. В. ДАВЫДОВСКАЯ, А. А. БУШКО, В. А. ВЕЛИЧКО, В. В. КЛИМЕНОК
УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

**МНОГОСОЛИТОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
В ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ КРИСТАЛЛАХ
КАК МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ КВАЗИСОЛИТОННОГО РЕЖИМА**

Исследования распространения и взаимодействия упорядоченных систем солитонов в фоторефрактивных кристаллах представляют значительный интерес, так как они являются перспективными для применения 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].

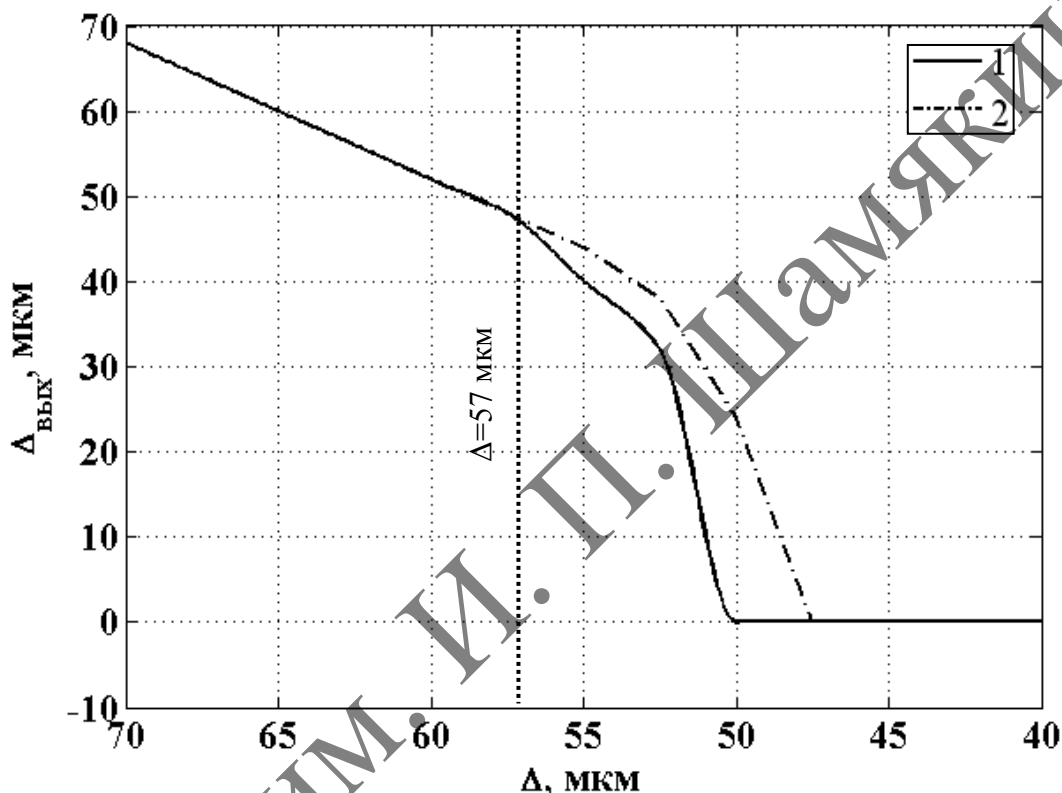
В работе показано, что при исследовании распространения через фоторефрактивный кристалл массива из четырех световых пучков показано, что при симметричном расположении пучков на входе увеличивается стабильность условий достижения квазисолитонного режима их распространения в фоторефрактивном кристалле по сравнению с распространением двух пучков.

Рассмотрим явление стабилизации квазисолитонного режима более подробно. При моделировании будем использовать следующие значения параметров: длина кристалла 16 мм, размер поперечного сечения пучков 25×25 мкм², напряжённость внешнего электрического поля $E_0 = 3$ кВ/см; расстояние Δ 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 1 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).

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 2, а, б).



1 – взаимодействие двух пучков; 2 – взаимодействие четырёх пучков

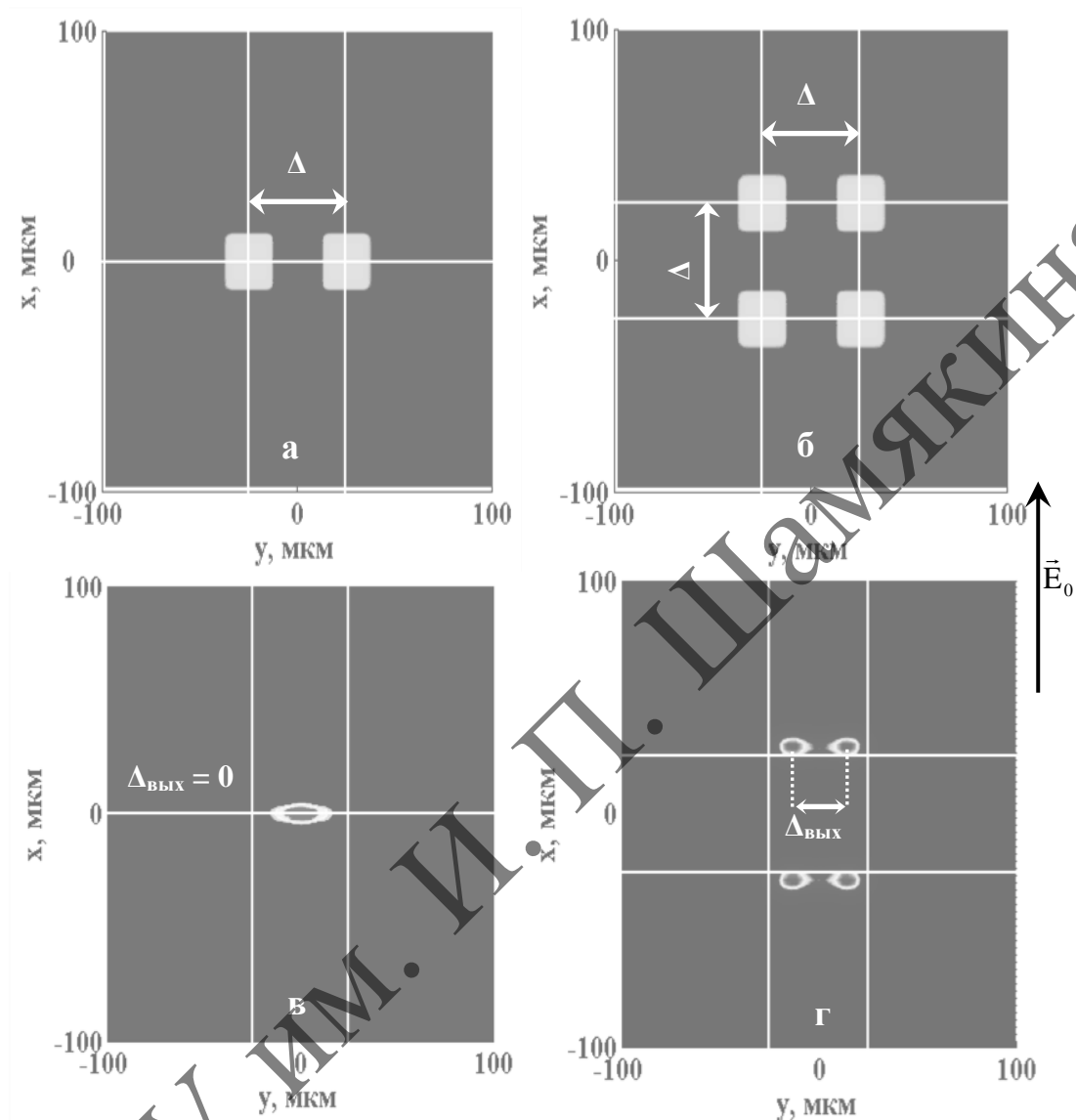
Рисунок 1. – Зависимость расстояния между центрами сечений световых пучков на выходе из кристалла толщиной 16 мм от расстояния между центрами сечений гауссовых пучков на входе в кристалл

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 2, 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 $\Delta_{\text{вых}} = 25$ мкм, а полное объединение этих двух пучков происходит при $\Delta = 47$ мкм.

Таким образом, проанализировано взаимодействие двух прямоугольных пучков, поперечные сечения которых имеют размеры 25×25 и 25×50 мкм², в фоторефрактивном

кристалле SBN толщиной 2 см в дрейфовом режиме, который реализован для них при напряжённости внешнего электрического поля $E_0 = 3 \text{ кВ/см}$.



Напряжённость внешнего электрического поля направлена вдоль вертикальной оси ox и имеет модуль $E_0 = 3,5 \text{ кВ/см}$;
а, в – взаимодействие двух пучков; б, г – взаимодействие четырёх пучков
Рисунок 2. – Сравнение результатов взаимодействия двумерных световых пучков квадратного сечения размером $25 \times 25 \text{ мкм}^2$

В результате теоретического расчёта, в котором варьировалось число взаимодействующих пучков, их интенсивность, взаимное расположение пучков, напряжённость внешнего электрического поля, приложенного к кристаллу вдоль его оптической оси, выявлена и подтверждена возможность стабилизации квазисолитонного распространения пучков путем увеличения количества световых пучков, входящих в симметричный массив.

ЛИТЕРАТУРА

1. Interaction of counterpropagating discrete solitons in a nonlinear one-dimensional waveguide array / E. Smirnov [et al.] // Opt. Lett. – 2007. – Vol. 32, № 5. – P. 512–514.

2. Zeng, L. Preventing critical collapse of higher-order solitons by tailoring unconventional optical diffraction and nonlinearities / L. Zeng, J. Zeng, / Commun. Phys. – 2020. – Vol. 3. – P. 20–29.

МГТУ ИМ. И. П. ШАМЯКИНА