

В. В. Давыдовская, П. А. Кохан

V. Davydovskaya, P. Kohan

*Мозырский государственный педагогический
университет имени И. П. Шамякина
(Мозырь, Беларусь)*

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УПОРЯДОЧЕННЫХ СИСТЕМ ДВУМЕРНЫХ СОЛИТОНОВ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ SBN

PROPAGATION AND INTERACTION OF ORDERED SYSTEMS OF TWO-DIMENSIONAL SOLITONS IN A PHOTOREFRACTIVE SBN CRYSTAL

В работе выполнено теоретическое обоснование использования упорядоченных систем солитонов для стабилизации квазисолитонного режима распространения каждого из пучков, входящих в систему.

The paper provides a theoretical justification for the use of ordered systems of solitons to stabilize the quasi-soliton mode of propagation of each of the beams included in the system.

Ключевые слова: фоторефрактивный кристалл, упорядоченные системы солитонов, квазисолитонный режим, стабилизация.

Keywords: photorefractive crystal, ordered systems of solitons, quasi-soliton regime, stabilization.

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, так называемое мультисолитонное взаимодействие, например [1–3].

Рассмотрим взаимодействие четырех двумерных супергауссовых световых пучков в фоторефрактивном кристалле SBN, при их симметричном

расположении относительно друг друга на входе в кристалл. Такой массив из четырех пучков является образующим для более крупных упорядоченных систем солитонов, поэтому представляет интерес исследование особенностей взаимодействия и распространения световых пучков, входящих в данную упорядоченную систему.

Установлено, что в случае взаимодействия нескольких световых пучков смещение каждого пучка равно сумме парциальных смещений, происходящих из-за отдельных взаимодействий с каждым световым пучком. Подробно рассмотрим взаимодействие одного из пучков, входящих в массив с соседними пучками массива.

Пучки с поперечными сечениями, расположенными вдоль линии, перпендикулярной напряженности внешнего электрического поля, взаимно «притягиваются» вплоть до полного их объединения в один пучок, что и наблюдается в рассматриваемом нами случае. Объединенный пучок смещается в направлении, противоположном направлению напряженности внешнего электрического поля (рисунок 1,б), при двукратном увеличении входного расстояния между пучками полного объединения уже не происходит, и оба пучка продолжают распространяться отдельно друг от друга, смещаясь противоположно направлению вектора напряженности внешнего электрического поля \vec{E}_0 .

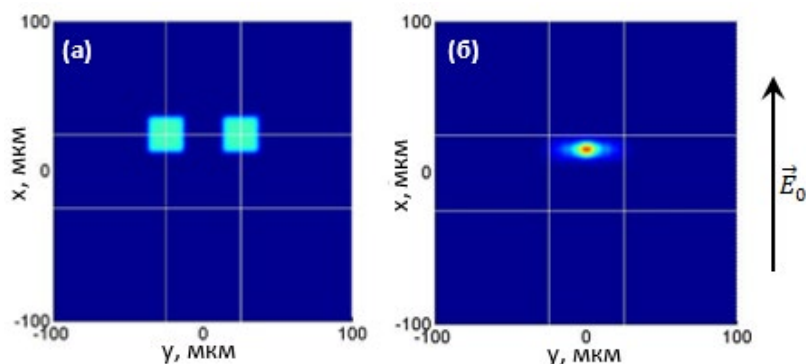


Рисунок 1 – Взаимодействие двух прямоугольных двумерных световых пучков, поперечные сечения которых на входе в кристалл расположены вдоль прямой, перпендикулярной вектору напряжённости внешнего электрического поля, приложенного к фоторефрактивному кристаллу SBN с учетом диффузионного слагаемого поля пространственного заряда с входным расстоянием между пучками, равным размеру пучка; а – пучки на входе в кристалл; б – результат теоретического моделирования пучков на выходе из кристалла

При рассмотрении взаимодействия световых пучков, расположенных на входе в кристалл, перпендикулярно рассмотренному на рисунке 1, т. е. вдоль линии, параллельной направлению внешнего электрического поля, приложенного к кристаллу, можно видеть, что в данном случае пучки отталкиваются и между ними наблюдается энергетический обмен, поэтому при

добавлении третьего пучка в массив суммарное действие этих пучков приводит к тому, что полное объединение световых пучков, наблюдаемое на рисунке 1, не происходит, т. к. проявляется действие нижнего пучка, которое проявляется в отталкивании пучков, расположенных вдоль линии, параллельной вектору напряженности внешнего электрического поля, приложенного к фоторефрактивному кристаллу (рисунок 2, б).

При добавлении четвертого светового пучка происходит стабилизация квазисолитонного режима распространения каждого из пучков, входящих в массив, каждый пучок продолжает распространяться отдельно от других пучков, при этом наблюдается их фокусировка (рисунок 3, б).

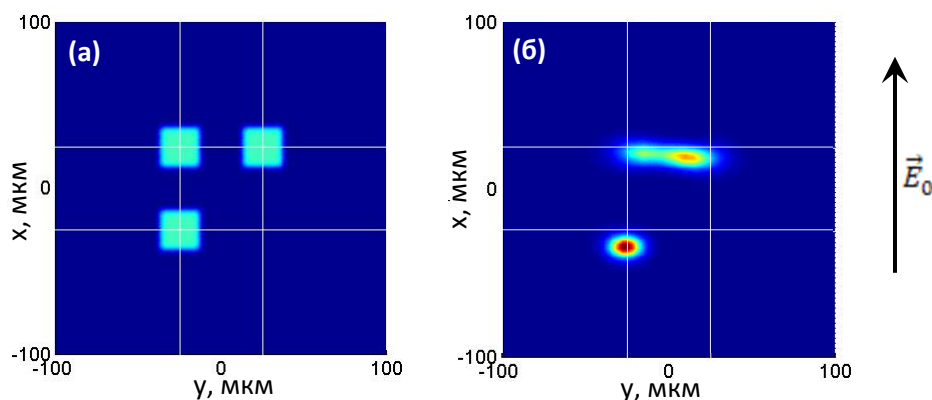


Рисунок 2 – Взаимодействие трех прямоугольных двумерных световых пучков в фоторефрактивном кристалле SBN с учетом диффузионного слагаемого поля пространственного заряда с входным расстоянием между пучками, равным размеру пучка; а – пучки на входе в кристалл; б – результат теоретического моделирования пучков на выходе из кристалла

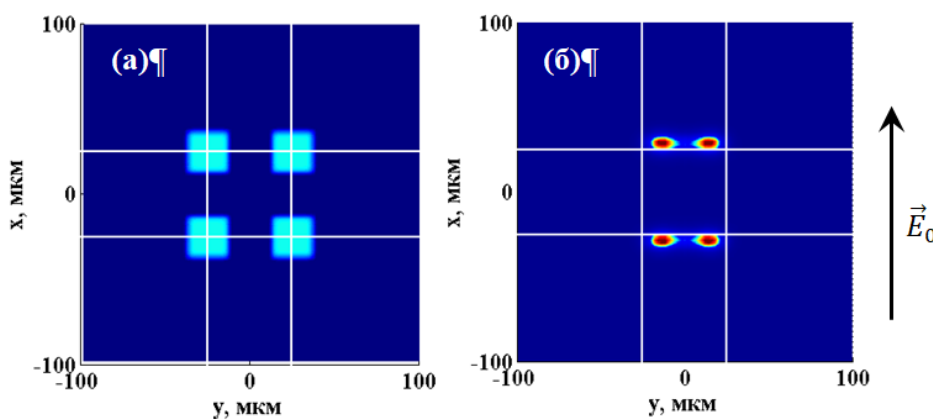


Рисунок 3 – Взаимодействие четырех прямоугольных двумерных световых пучков в фоторефрактивном кристалле SBN с учетом диффузионного слагаемого поля пространственного заряда с входным расстоянием между пучками, равным размеру пучка; а – пучки на входе в кристалл; б – результат теоретического моделирования пучков на выходе из кристалла

Данное явление является перспективным для применения фоторефрактивных кристаллов в системах оптической передачи данных, а также обработки информации с использованием каждого светового пучка в качестве отдельного информационного канала.

Список использованных источников

1. Khmel'nitsky, D. Interaction of two-dimensional rectangular light beams in a photorefractive SBN crystal / D. Khmel'nitsky, V. Matusevich, A. Kiessling, R. Kowarschik, V.V. Ryzhova, V.V. Shepelevich, A.E. Zagorskiy / *Ferroelectrics*. – 2009. – Vol. 390. – P. 116 – 127.
2. S. Smirnov, M. Stepić, C. E. Rüter, et.al. Interaction of counterpropagating discrete solitons in a nonlinear one-dimensional waveguide array // *Opt. Lett.*– 2007.– Vol. 32, No. 5 .– P. 512 – 514.
3. L. Zeng, J. Zeng Preventing critical collapse of higher-order solitons by tailoring unconventional optical diffraction and nonlinearities // *Commun. Phys.* – 2020. – Vol. 3. – P. 20 – 29.