

ПЕРВИЧНЫЙ И ВТОРИЧНЫЙ ФОТОРЕФРАКТИВНЫЙ ЭФФЕКТ В КУБИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛАХ

В.В. Шепелевич

Мозырский государственный педагогический университет
им. И.П. Шамякина, Мозырь

В 1982 году в [1] проведены исследования голографических решеток в одноосном кристалле LiNbO_3 и показано, что полученные закономерности могут быть объяснены лишь при учете наряду с электрооптическим эффектом обратного пьезоэлектрического эффекта совместно с явлением фотоупругости. Изменение тензора диэлектрической проницаемости ε за счет электрооптического эффекта называют *первичным фоторефрактивным эффектом*, а изменение ε за счет обратного пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости называют *вторичным фоторефрактивным эффектом*.

К 1985 г. [2] в Мозырском государственном педагогическом институте была разработана технология решения голографических задач матричным методом с использованием теории гиротропии, разработанной Ф.И. Федоровым [3] и его учениками [4]. В 1986 году была опубликована статья [5], в которой с использованием ковариантных методов (в частности, статьи [6]) были рассчитаны выходные характеристики голографической решетки, записанной в оптически активном кубическом фоторефрактивном кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ (BSO) среза (110), в случае, когда вектор голографической решетки направлен вдоль кристаллографической оси [001], то есть вторичный фоторефрактивный эффект не проявляется.

В 1986 и 1987 гг. независимо различными авторами был опубликован ряд важных статей (например, [7–11]) по одновременному учету гиротропии и первичного фоторефрактивного эффекта в кубических кристаллах. Однако ни в одной из этих работ вторичный фоторефрактивный эффект (обратный пьезоэлектрический эффект и фотоупругость) не учитывался.

Влияние обратного пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости в кубических фоторефрактивных кристаллах было впервые рассмотрено в [12], однако гиротропия кристаллов при этом игнорировалась.

Таким образом, возникла актуальная проблема одновременного учета гиротропных, электрооптических, пьезоэлектрических и фотоупругих свойств кубических кристаллов при изучении голограмм, записанных в этих средах.

В 1988 году была опубликована статья [13] в которой показано, что учет обратного пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости в кубических оптически активных кристаллах кардинально изменяет теоретические результаты, полученные при учете только электрооптического эффекта.

Из публикаций томско-мозырской научной группы за период с 1988 по 1990 гг. отметим большую статью [14], а также доклад на Международной научной конференции в Асуа (Франция) [15], представленный мозырским соавтором. Именно с момента проведения конференции в Асуа наблюдается резкий всплеск интереса крупных оптических центров к проблеме учета вторичного фоторефрактивного эффекта. Например, в 1991 году появляются публикации по этой проблеме швейцарской [16] и французской [17] научных групп.

В этом же году в Мозыре были проведены эксперименты по изучению энергообмена двух световых волн в фоторефрактивном кубическом пьезокристалле BSO и их результаты вместе с теоретической интерпретацией опубликованы в [18]. В работе [19] (1991) получены явные выражения компонент тензора диэлектрической непроницаемости кубических кристаллов произвольного среза. Отметим, что система выражений (7) из [19] приведена на странице 227 известной монографии [20].

Таким образом, с 1991 года первичный и вторичный механизмы фоторефрактивного эффекта были приняты, как равноправные, практически всеми научными центрами, изучающими фоторефракцию.

Из последующих работ мозырской научной группы можно отметить большую статью [21], в которой детально рассмотрены пьезоэлектрические свойства и оптическая активность кубических кристаллов. В дальнейшем мозырская научная группа изучала зависимости выходных характеристик голограмм, записанных в кубических фоторефрактивных пьезокристаллах, от толщины кристаллов, например, [22] (срез (110)) и [23, 24] (срез (111)). В последние годы исследовались характеристики отражательных голограмм, записанных в оптически активных кубических кристаллах (например, [25–27]), а также квазисолитонное распространение световых пучков в таких средах (например, [28]).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (ГКПНИ «Фотоника 1.07») и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Ф10-202).

1. Изванов А.А., Мандель А.Е., Хатьков Н.Д., Шандаров С.М. // Автометрия. 1982. № 2. С. 79–84.
2. Шепелевич В.В. // ЖТФ. 1985. Т. 55, № 6. С. 1201–1203.
3. Федоров Ф.И. Теория гиротропии. Минск: Наука и техника, 1976. 456 с.
4. Бокуть Б.В., Сердюков А.Н. Основы теоретической кристаллооптики. Часть 2. Гомель: ГГУ, 1977. 70 с.
5. Шепелевич В.В. // ЖТФ. 1986. Т. 56, № 3. С. 618–619.
6. Барковский Л.М., Федоров Ф.И. // Кристаллография. 1965. Т. 10, № 2. С. 174–180.
7. Marrakchi A., Johnson R.V., Tanguay A.R. // J. Opt. Soc. Am. B. 1986. V. 3, № 2. P. 321–336.
8. Храмович Е.М., Шепелевич В.В. // Известия АН БССР. 1997. № 2. С. 106–112.
9. Храмович Е.М., Шепелевич В.В. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13, № 21. С. 1314–1318.
10. Mallick S., Rouede D., Apostolidis A.G. // J. Opt. Soc. Am. B. 1987. Vol. 4. P. 1247–1259.
11. Pauliat G., Roosen G. // Ferroelectrics. 1987. Vol. 75. P. 281–294.
12. Степанов С.И., Шандаров С.М., Хатьков Н.Д. // ФТТ. 1987. Т. 29, № 10. С. 3054–3058.
13. Мандель А.Е., Шандаров С.М., Шепелевич В.В. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14, № 23. С. 2147–2151.
14. Shepelevich V.V., Shandarov S.M., Mandel A.E. // Ferroelectrics. 1990. V. 110. P. 235–249.
15. Mandel A.E., Shandarov S.M., Shepelevich V.V. / Topical meeting on photorefractive materials, effects, and devices II. Technical digest. Aussous (France). 1990. P. 105–108.
16. Günter P., Zgonik M. // Opt. Lett. 1991. V. 16. P. 1826–1828.
17. Pauliat G., Mathey P., Roosen G. // J. Opt. Soc. Am. B. 1991. V. 8. P. 1942–1946.
18. Шепелевич В.В., Егоров Н.Н. // Письма в ЖТФ. 1991. Т. 17, № 23. С. 2147–2151.
19. Шандаров С.М., Шепелевич В.В., Хатьков Н.Д. // Опт. и спектр. 1991. Т. 70, № 5. С. 1068–1073.
20. Solymar L., Webb D.J., Grunnet-Jepsen A. The physics and applications of photorefractive materials. Oxford: Clarendon Press, 1996. 493 p.
21. Shepelevich V.V., Egorov N.N., Shepelevich Victor. // J. Opt. Soc. Am. 1994. B 11, N 8. P. 1394–1402.
22. Shepelevich V.V., Egorov N.N., Khomutovskiy P.P. and others. // Ferroelectrics. 1999. V. 75. P. 289–309.
23. Shepelevich V.V., Hu Y., Firsov A.A. and others // Appl. Phys. 1999. V. B 68. P. 923–929.
24. Shepelevich V.V., Nichiporko S.F., Zagorskiy A.E. and others. // Ferroelectrics. 2002. V. 266. P. 305–333.
25. Шепелевич В.В., Навныко В.Н., Ничипорко С.Ф. and others. // Письма в ЖТФ. 2003. Т. 29, № 18. С. 22–28.
26. Навныко В.Н., Шепелевич В.В. // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33, № 17. С. 16–23.
27. Shepelevich V.V., Navnyka V. N. // Appl. Phys. B. 2009. V. 95. P. 459–466.
28. Shepelevich, V.V., Golub A.A., Kowarschik R. and others. // Appl. Phys. B. 2008. V. 90. P. 149–153.