

НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ В ТРЕХМЕРНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛАХ

Вьюнышев А.М.^{1,2}, Архипкин В.Г.^{1,2}, Чиркин А.С.^{1,3}

¹Институт физики им. Л.В. Киренского, ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

²Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Приводятся результаты рассмотрения генерации второй гармоники фемтосекундных лазерных импульсов в трехмерных нелинейных фотонных кристаллах. Показана возможность мультиплексирования генерируемого излучения. Продемонстрирована роль дисперсии групповых скоростей в формировании частотно-углового спектра генерируемого излучения.

Ключевые слова: фемтосекундные лазерные импульсы, генерация второй гармоники, нелинейный фотонный кристалл.

Трехмерные (3D) нелинейные фотонные кристаллы (НФК) представляют собой среды с модуляцией квадратичной нелинейной восприимчивости $\chi^{(2)}$ вдоль трех пространственных измерений (Рис. 1(а)), что представляет практический интерес, связанный с возможностью структурирования света за счет многообразия возможных нелинейно-оптических взаимодействий в них (Рис. 1(б)). Долгое время 3D НФК были объектом сугубо теоретических исследований ввиду отсутствия технологий их получения. Последние годы ознаменовались значительным прогрессом в области структурирования вещества и развитием методов получения 3D структур различного типа в квадратично-нелинейных средах путем непосредственной записи лазерным пучком (англ. – direct laser writing) [1,2]. Указанные методы используют лазеры со сверхкороткими импульсами для фотомодификации вещества. Были получены 3D НФК различного типа для формирования двумерного дискретного углового спектра генерируемого излучения второй гармоники [1,2], а также получения структурированных световых полей [3]. В этих работах рассматривалось нелинейно-оптическое преобразование в квазистатистическом приближении. В тоже время представляет интерес рассмотрение процесса удвоения частоты фемтосекундных лазерных импульсов, которые весьма востребованы в области ультрабыстрой оптики и оптических коммуникациях.

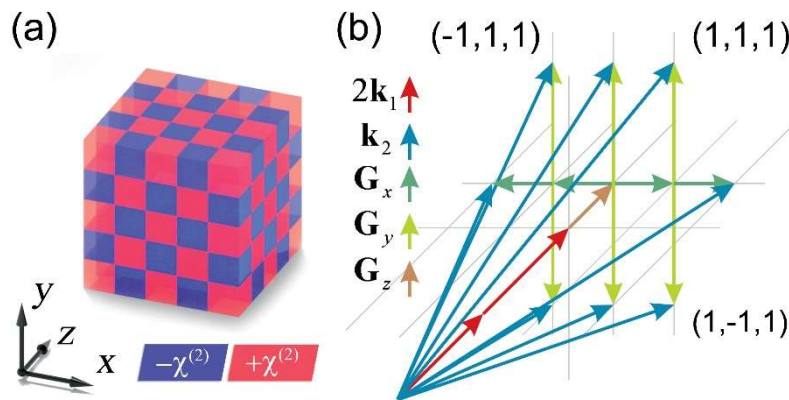


Рис. 1. Пространственное распределение $\chi^{(2)}$ в 3D НФК (а) и возможные нелинейно-оптические взаимодействия в обратном пространстве (б)

В настоящем докладе приводятся результаты теоретического рассмотрения процесса генерации второй гармоники (ГВГ) фемтосекундных лазерных импульсов в периодических 3D нелинейных фотонных кристаллах. Показана возможность мультиплексирования генерируемого излучения, то есть получения ГВГ в режиме нелинейной дифракции Брэгга для набора порядков нелинейной дифракции. Продемонстрирована роль дисперсии групповых скоростей в формировании частотно-углового спектра генерируемого излучения. Получено выражение для спектральной ширины генерируемого излучения с учетом расстройки обратных групповых скоростей.

3D НФК открывают новые возможности для нелинейно-оптического преобразования частоты света и нелинейного структурирования света и могут оказаться хорошей платформой для реализации нелинейных параметрических взаимодействий.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-12-00203, <https://rscf.ru/project/19-12-00203/>.

[1] Xu T. et al. *Nature Photon.*, **12**, 591-595 (2018).

[2] Wei D. et al., *Nature Photon.*, **12**, 596-600, (2018).

[3] Liu S. et al. *Nat. Commun.*, **10**, 3208 (2019).