

УДВОЕНИЕ ЧАСТОТЫ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ В НЕЛИНЕЙНОМ ФОТОННОМ КРИСТАЛЛЕ ТЕТРАБОРАТА СТРОНЦИЯ

А. М. Вьюнышев^{1,2,*}, А. С. Александровский^{1,2}, А. В. Черепахин¹,
В. Е. Ровский², А. И. Зайцев^{1,2}, А. В. Замков¹

Экспериментально исследован процесс генерации второй гармоники фемтосекундного лазера на титан-сапфире в режиме нелинейной дифракции в нелинейном фотонном кристалле тетрабората стронция. Спектр векторов обратной решетки доменных структур включает компоненты, ответственные за эффективную перестраиваемую по частоте ГВГ в спектральной области 355–510 нм. Максимальная эффективность ГВГ составила 1.9%. Сужение спектра излучения второй гармоники не превышает 10–20%. Измеренная спектральная зависимость угла нелинейной дифракции находится в хорошем согласии с расчетом.

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

Расширение спектрального диапазона лазерного излучения по-прежнему остается актуальной задачей современной квантовой электроники. Особую важность представляет получение когерентного излучения в области вакуумного ультрафиолета, в том числе излучения фемтосекундной длительности, поскольку выбор нелинейных сред в этой области ограничен. В этом отношении привлекательным является кристалл тетрабората стронция (SBO), который имеет область прозрачности вплоть до 125 нм в сочетании с относительно высокими нелинейными коэффициентами. Однако ввиду малого дупреломления угловой синхронизм в SBO отсутствует. В таком случае альтернативным путем достижения эффективного нелинейно-оптического преобразования может

¹ Институт физики СО РАН, 660036, г. Красноярск, Академгородок 50.

² Сибирский федеральный университет, 660036, г. Красноярск, Свободный 79.

* e-mail: vyunishev@iph.krasn.ru

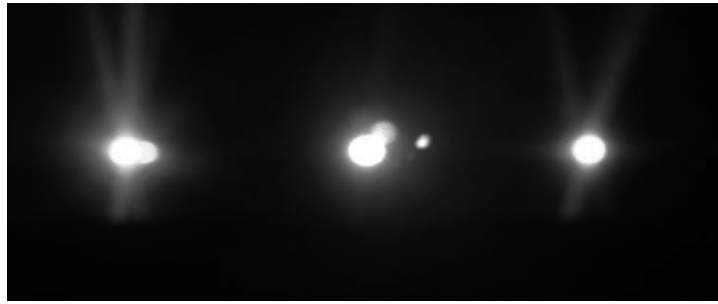


Рис. 1: Картина нелинейной дифракции. Центральное пятно – излучение накачки.

служить квазифазовый синхронизм, возможность реализации которого связана с наличием нерегулярных доменных структур, формирующихся в кристаллах SBO в процессе роста. Рассматриваемые структуры представляют собой одномерный нелинейный фотонный кристалл (НФК) [1] и характеризуются широким спектром векторов обратной решетки, что обеспечивает эффективную генерацию излучения в широком спектральном диапазоне. В таких структурах становится возможным нелинейно-оптическое преобразование излучения как за счет эффекта случайного квазифазового синхронизма [2], так и вследствие явления нелинейной дифракции [3]. Ранее мы исследовали оба процесса для преобразования излучения наносекундной длительности [4, 5]. В настоящем докладе мы сообщаем последние экспериментальные результаты по удвоению частоты фемтосекундного лазера на титан-сапфире в режиме нелинейной дифракции на доменной структуре SBO. В качестве источника излучения накачки использовался лазер на титан-сапфире, генерирующий импульсы с энергией 12.5 нДж длительностью 40–100 фс. Картина нелинейной дифракции приведена на рис. 1. Получена перестраиваемая по частоте генерация второй гармоники (ГВГ) в спектральном диапазоне 355–510 нм. Рисунок 2(а) демонстрирует спектральную зависимость мощности ГВГ для фиксированного положения кристалла и с подстройкой на максимальную мощность второй гармоники. Максимальная эффективность ГВГ составила 1.9%, что существенно превышает эффективность преобразования, достигнутую в аналогичной работе в кристалле ниобата стронция бария [6]. Нормировка спектральной зависимости мощности второй гармоники на квадрат мощности Ti:sapphire лазера позволяет избавиться от энергетических параметров накачки, тем самым проявив спектр векторов обратной решетки (рис. 2(б)). Как видно из рисунка, спектр векторов обратной решетки является достаточно протяженным, и в то же время имеет отдельные максимумы и минимумы. Сужение спектра излучения второй гармоники не превышает 10–20% (рис. 2(в)). Из-

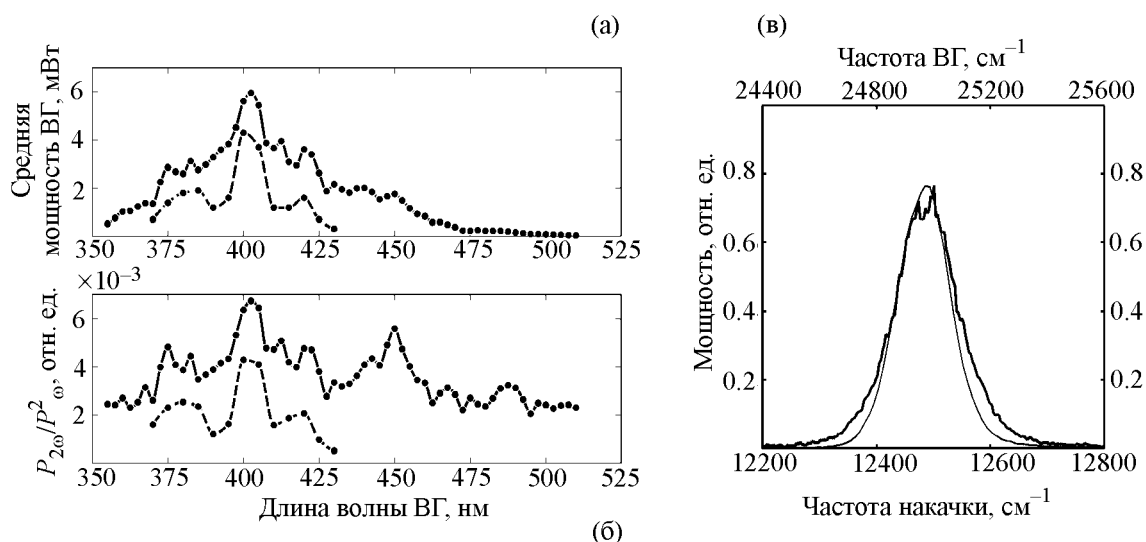


Рис. 2: (а) Спектральная зависимость средней мощности второй гармоники. (б) Отношение мощности второй гармоники к квадрату мощности накачки. Сплошная линия – с подстройкой кристалла на максимальную мощность ГВГ; пунктирная линия – фиксированное положение кристалла; точки – экспериментальные данные. (в) Спектр накачки (толстая линия) на центральной длине волны 800 нм и второй гармоники (тонкая линия).

меренная спектральная зависимость угла нелинейной дифракции находится в хорошем согласии с расчетом. Линейный характер зависимости эффективности ГВГ от мощности накачки свидетельствует об отсутствии термической самофокусировки в исследуемом кристалле.

Полученные результаты демонстрируют перспективность использования доменных структур в кристалле тетрабората стронция для преобразования ультракоротких импульсов в ультрафиолетовую область спектра в режиме нелинейной дифракции. Нелинейный фотонный кристалл тетрабората стронция может быть положен в основу автокоррелометра для диагностики ультракоротких импульсов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] V. Berger, Phys. Rev. Lett. **81**, 4136 (1998).
- [2] M. Baudrier-Raybaut et al., Nature **432**, 374 (2004).
- [3] I. Freund, Phys. Rev. Lett. **21**, 1404 (1968).
- [4] A. S. Aleksandrovsky et al., Phys. Rev. A **78**, 031802-1 (2008).

[5] A. S. Aleksandrovsky et al., J. Opt. A: Pure Appl. Opt. **9**, S334 (2007).

[6] R. Fischer et al., Appl. Phys. Lett. **89**, 191105-1 (2006).

По материалам 3 Всероссийской молодежной школы-семинара “Инновационные аспекты фундаментальных исследований по актуальным проблемам физики”, Москва, ФИАН, октябрь 2009 г.

Поступила в редакцию 17 декабря 2009 г.