

ВРЕМЯ ИНЕРЦИОННОСТИ НЕЛИНЕЙНОГО ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ОТКЛИКА КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ПРИРОДЫ В ПОЛЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ИМПУЛЬСОВ

Казаков И. И.¹, Гусельников М. С.¹

Научный руководитель – доктор ф.-м. наук, профессор Козлов С. А.¹

¹Университет ИТМО

ikazzakov@yandex.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР №624084 «Современные проблемы фотоники».

Введение

Время установления (инерционности) нелинейного отклика оптической среды наряду с n_2 – её коэффициентом нелинейного показателя преломления – является ключевой характеристикой механизма нелинейности оптических материалов. Этот параметр определяет скорость возникновения нелинейных эффектов при взаимодействии излучения с веществом, а, значит, характеризует быстродействие устройств на основе соответствующего механизма нелинейности. Известные механизмы нелинейности в оптическом и ближнем ИК диапазонах спектра, как правило, характеризуются либо большим n_2 , обеспечивающим сильные нелинейные эффекты – но тогда им соответствуют и большие времена инерционности, определяющие низкую скорость срабатывания устройства – либо малым временем инерционности, но при этом и малым n_2 . Недавно обнаружилось, что нелинейность показателя преломления колебательной природы ряда сред в терагерцовом (ТГц) спектральном диапазоне характеризуется одновременно большим n_2 (в миллион раз большим, чем в видимом диапазоне) и малым временем инерционности (по экспериментальным оценкам – менее 1 пс) [1, 2]. В связи с этим встал вопрос о более точном определении времени инерционности колебательного механизма нелинейности.

Основная часть

В работе нелинейный поляризационный отклик среды колебательной природы рассматривается в рамках классического подхода в соответствии с системой скалярных уравнений, предложенных в работе [3]. Предполагается взаимодействие излучения с бесконечно тонким слоем среды, что позволяет исключить из анализа волновое уравнение. Было проведено моделирование временного профиля нелинейного поляризационного отклика среды при облучении её малопериодными ТГц импульсами. По полученному временному профилю было определено время инерционности нелинейного поляризационного отклика. Результаты моделирования показали, что при облучении ниобата лития импульсом с центральной частотой 0,5 ТГц задержка между внешним полем и поляризационным откликом составляет 15 фс.

Выводы

В работе показано, что временная задержка между ТГц импульсом и индуцированным им нелинейным поляризационным откликом колебательной природы отличается от известных параметров инерционности нелинейного отклика в несколько раз; в некоторых случаях – на порядок. Полученные зависимости времени инерционности поляризационного отклика от различных параметров среды могут быть полезны при проектировании сверхбыстрых устройств фотоники.

Литература

1. Тсупкин А. N., Melnik M. V. et al. High Kerr nonlinearity of water in THz spectral range // Optics Express. 2019. Vol. 27. No. 8. P. 10419–10425. <https://doi.org/10.1364/OE.27.010419>
2. Тсупкин А., Zhukova M. et al. Giant Third-Order Nonlinear Response of Liquids at Terahertz Frequencies // Physical Review Applied. 2021. Vol. 15. No. 5. P. 054009. <https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.15.054009>
3. Гусельников М. С., Жукова М. О., Козлов С. А. Инерционность колебательного механизма гигантской нелинейности оптических материалов в терагерцовом спектральном диапазоне // Оптический журнал. 2022. Т. 89. № 7. С. 3–12.