

УДК 535-14

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЛЯ И СПЕКТРОВ ИМПУЛЬСОВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОПТИЧЕСКИХ СРЕДАХ С ИНЕРЦИОННОЙ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ

Арцер И.Р. (Университет ИТМО),

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Козлов С.А.
(Университет ИТМО)

Выведено уравнение динамики поля параксиальных линейно поляризованных волн из малого числа колебаний терагерцового диапазона спектра в изотропных оптических средах с нелинейностью колебательной природы с учетом её дисперсии. Показано, что поле зависит от нелинейных коэффициентов, характеризующих ангармонизм молекулярных колебаний, а также что поляризация изотропной среды зависит от квадратичной поляризации.

Введение. Терагерцовое излучение уже активно используется на практике: в медицине для диагностики и терапии, для экологического мониторинга, контроля качества медицинских препаратов и пищевых продуктов. Перспективны его применения при разработке будущих устройств связи по формату 6G. Однако до сих пор актуальны задачи разработки высокоскоростных устройств управления параметрами терагерцового излучения. Такие устройства могут быть созданы на основе эффектов нелинейной оптики. Ранее было исследовано, что нелинейность показателя преломления некоторых оптических материалов в терагерцовом спектральном диапазоне может быть гигантской. Такой эффект объясняется резким увеличением в этом спектральном диапазоне вклада в общую нелинейность отклика вещества ангармонизма молекулярных колебаний.

В настоящей работе рассмотрена динамика поля импульсов терагерцового излучения в средах с нелинейностью колебательной природы. Показано, что поле зависит от нелинейных коэффициентов, характеризующих ангармонизм молекулярных колебаний, а также что поляризация изотропной среды зависит от квадратичной поляризации.

Основная часть. Динамика поля параксиального линейно поляризованного излучения в изотропной диэлектрической среде с нелинейностью колебательной природы может быть представлена системой уравнений в составе волнового уравнения, выражения для поляризации и уравнения нелинейных колебаний молекул. В нашем случае будет рассматриваться нерезонансный случай, когда частота свободных колебаний молекулы значительно больше частоты колебаний терагерцового излучения. Кроме того, нелинейные добавки также меньше частоты свободных колебаний. Данное условие позволяет нам прийти к итерационному методу определения координаты – выполняется вычисление координаты в трёх приближениях, где каждое последующее зависит от предыдущего. Таким образом, мы определяем выражение для поляризации в зависимости от координаты в третьем приближении. Необходимо упомянуть, что среда является изотропной, поэтому поляризация будет зависеть только от первой и третьей степеней электрического поля. Благодаря этому мы можем получить полное дифференциальное уравнение второго порядка, от которого с помощью специальных методов можно перейти к уравнению в первых производных. На настоящий момент времени получено данное уравнение. Впоследствии оно будет решено для конкретных веществ, таких как вода и альфа-пинен. Кроме того, для его решения будет использован итерационный метод и переход к Фурье-преобразованию.

Выводы. Будущие результаты могут быть использованы для определения оптимальных сред для передачи терагерцового излучения на большие расстояния без затухания и значимых потерь, что может быть использовано в различных приложениях по передаче информации.

Арцер И.Р. (автор)

Козлов С.А. (научный руководитель)