

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 535.3

DOI: 10.17223/00213411/68/1/8

**Предельно короткие оптические импульсы
в анизотропном фотонном кристалле с дефектом структуры**И.С. Двужиллов¹, Ю.В. Двужилова¹¹ Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

Проведено теоретическое исследование и численное моделирование взаимодействия трехмерного предельно короткого оптического импульса со средой оптически-анизотропного фотонного кристалла, имеющего дефект структуры, построенного на основе полупроводниковых углеродных нанотрубок. Показана временная эволюция x - и y -компонент напряженности электрического поля импульса в такой среде на временах до 15 пс. Установлены зависимости формы импульса и его групповой скорости от параметров модуляции показателя преломления фотонного кристалла. Продемонстрирована стабилизация формы импульса после преодоления им дефекта структуры фотонного кристалла.

Ключевые слова: предельно короткие оптические импульсы, фотонный кристалл, углеродные нанотрубки, оптическая анизотропия.

*Работа посвящена замечательному наставнику и другу,
профессору, д.ф.-м.н. Михаилу Борисовичу Белоненко.
Светлая память!*

Введение

Исследование взаимодействия электромагнитного излучения с различными веществами является одной из приоритетных задач современной фотоники. В качестве электромагнитного излучения в данной работе подразумеваются предельно короткие оптические импульсы (ПКОИ), которые представляют собой узкие во времени импульсы с высокой интенсивностью поля [1], обладающие дисперсионными эффектами. Такие импульсы могут иметь различные профили и устойчиво распространяться в нелинейных средах [2–5]. Сверхбыстро меняющееся электрическое поле видимого света позволяет манипулировать и отслеживать движение электронов в атомном масштабе. Инструменты и методы для управления и отслеживания электронного движения в атомах, молекулах и наноструктурах теперь становятся доступными благодаря развитию оптики предельно коротких импульсов [6]. Особенно стоит отметить актуальность задач взаимодействия солитоноподобных импульсов в периодических средах [7]. В частности, большой интерес представляют задачи о распространении предельно коротких импульсов в нелинейных средах, содержащих углеродные нанотрубки (УНТ) [8, 9]. Там выявлены параметры среды, которые позволяют контролировать характеристики импульса и обеспечивают его локализованное распространение. Стоит отметить, что периодические массивы углеродных нанотрубок были получены в 1998 г., на точках Ni , методом самосогласованной сборки или химического осаждения из газовой фазы [10, 11].

Использование УНТ для построения периодических структур имеет большой потенциал в области нелинейной оптики и фотоники, поскольку такие объекты обладают рядом уникальных свойств в оптическом диапазоне, о чем свидетельствуют их спектры поглощения, фотолюминесценции, комбинационного рассеяния и т.д. [12, 13]. Таким образом, построение фотонных кристаллов [14, 15], представляющих собой сверхрешетку, с периодическим показателем преломления, на основе УНТ является весьма актуальной сферой науки.

Ранее был описан учет оптически-анизотропных свойств среды при временной эволюции в ней ПКОИ [16], в том числе фотонный кристалл на основе УНТ [17, 18]. Так было установлено, что распространение импульса в такой среде является устойчивым. Другой результат показал, что угол между вектор-потенциалом электрического поля импульса и осью УНТ оказывает влияние на форму импульса, энергия которого перекачивается на передний фронт, и, как следствие, импульс сужается. В работах [19, 20] показано распространение малоцикловых и квазимонохроматических