**Решение обратной задачи восстановления структуры одномерных фотонных кристаллов по заданным спектральным и фазовым характеристикам**

**Емельянцев П.Е.1, *Свяховский С.Е.* 2**

1*аспирант, 2к.ф.-м.н., доцент*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,физический факультет, Москва, РоссияE–mail: emelyantsev97@mail.ru

Теоретически и экспериментально продемонстрирован оригинальный метод решения обратной задачи восстановления структуры одномерных фотонных кристаллов по заданному спектральному и фазовому отклику.

Фотонные кристаллы (ФК) – твердотельные структуры, показатель преломления которых пространственно модулирован с периодом порядка длины волны, имеют широкий диапазон применения в современной прикладной оптике благодаря наличию фотонной запрещенной зоны (ФЗЗ) – области частот, в которой распространение света внутри ФК невозможно. Для получения фотонных структур с желаемыми свойствами, например, с нетривиальной спектральной и фазовой зависимостями, применялось множество подходов, от методов математической оптимизации до нейронных сетей. Тем не менее, в каждом из этих подходов существование и единственность решения не очевидны, т.е. данные методы не являются регулярными.

ФК, показатель преломления которого модулирован гармонически $n\left(x\right)=Δn⋅sin\left(k\_{0}x+ϕ\right)$, имеет в спектре отражения узкую ФЗЗ с центром на длине волны $λ\_{0}=\frac{4π}{k\_{0}}$ (x – оптический путь внутри ФК, $n\_{0},Δn$ – среднее значение показателя преломления и его отклонение). Идея обратной задачи для спектрального отклика состоит в аппроксимации произвольно заданного спектра отражения $a\_{i}\left(λ\_{i}\right)$ (i – номер гармоники) такими узкими ФЗЗ. Заменим функцию $n\left(x\right)$ кусочно-заданной $n\left(x\_{j}\right)$, где j – номер слоя ФК. Расчетный алгоритм выглядит следующим образом:

$$n\left(x\_{j}\right)=Δn\left[C\_{1}\sum\_{i=1}^{N}a\_{i}\left(λ\_{i}\right)\sin(\left(\frac{4π}{λ\_{i}}x\_{j}+ϕ\_{i}\right))+C\_{2}\right]+n\_{0}$$

Здесь $C\_{1}$, $C\_{2}$ - нормировочные коэффициенты, которые выбраны таким образом, чтобы выражение в квадратных скобках попадало в интервал [0,1]. В случае если требуется получить структуру ФК только с заданным спектральным откликом, фазовую добавку $ϕ\_{i}$ можно для простоты задать линейно: $2π\frac{i}{N}\frac{L}{λ\_{m}}$, где L – оптическая толщина кристалла,$λ\_{m}$ – средняя дина волны спектрального диапазона, в котором решается задача. Также фазу ФК можно задавать произвольно и независимо от спектрального отклика, как показано в работе [1]. Подробнее разработанный метод и его экспериментальная реализация излагается в наших работах [1,2].

.

**Литература**

1. *Дифференцирование и интегрирование огибающей фемтосекундного импульса при помощи одномерных фотонных структур с искусственной формой фотонной запрещенной зоны / Емельянцев П.С., Свяховский С.Е. // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2024. Т. 166, № 3., С. 1-11.*
2. *Построение структуры одномерного фотонного кристалла по заданному спектру коэффициента отражения / П. С. Емельянцев, Н. И. Пышков, С. Е. Свяховский // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2023. – Т. 117, № 11-12(6). – С. 826-831.*