

МЕТОД РАЗЛОЖЕНИЯ ПО ПЛОСКИМ ВОЛНАМ ДЛЯ РАСЧЕТА ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ ОДНОМЕРНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА

Гнатенко А.С., Липкина В.И., Гурьев И.В.

Lab. "Photonics", KhNURE, Kharkiv, Ukraine

e-mail: gnatenko@meta.ua

Фотонные кристаллы (ФК) представляют собой класс оптических материалов, для которых характерно наличие следующих двух свойств: первое – это периодическая модуляция диэлектрической проницаемости с периодом, сравнимым с длиной волны света [1]. Второе – наличие связанной с периодичностью кристалла *полной* фотонной запрещенной зоны (ФЗЗ) в спектре собственных электромагнитных состояний кристалла. Это означает, что в данном спектральном диапазоне излучение не может распространяться в образце ни в одном из возможных направлений.

Данная работа посвящена расчету зонной структуры одномерного ФК, которая является одной из основных характеристик, описывающих его оптические свойства. Расчет проводился методом разложения по плоским волнам [2]. Этот метод заключается в решении задачи на собственные значения для одномерного уравнения Гельмгольца. В результате были получены множества собственных частот ФК, для значений волнового вектора, лежащих в пределах первой зоны Бриллюэна, а также проведен анализ поведения ФЗЗ при изменении параметров ФК.

Расчет проводился для ФК, состоящего из двух типов слоев, имеющих различные толщины и значения диэлектрической проницаемости среды. На рисунке 1 приведены результаты расчета зонной структуры для одномерных ФК, имеющих следующие диэлектрической проницаемости и толщины первого и второго слоев соответственно: а) $\varepsilon_1 = 1$, $\varepsilon_2 = 3$, $a_1 = 0.33 \text{ мкм}$, $a_2 = 0.66 \text{ мкм}$; б) $\varepsilon_1 = 1$, $\varepsilon_2 = 9$, $a_1 = 0.33 \text{ мкм}$, $a_2 = 0.66 \text{ мкм}$, в) $\varepsilon_1 = 1$, $\varepsilon_2 = 9$, $a_1 = 0.33 \text{ мкм}$, $a_2 = 2 \text{ мкм}$

В результате расчетов было выявлено увеличение ширины фотонных запрещенных зон

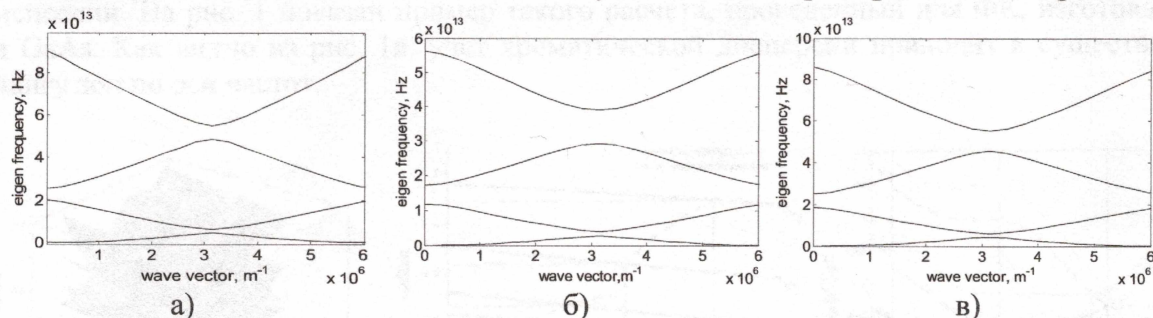


Рис. 1 – рассчитанные зонные структуры одномерного ФК с различными параметрами

при увеличении диэлектрической проницаемости среды слоя с большим его значением. В то же время, при увеличении его толщины происходит уменьшение ширины ФЗЗ.

[1] В.А. Кособукин, "Фотонные кристаллы" Окно в Микромир, No. 4, 2002

[2] K. Sakoda, *Optical Properties of Photonic Crystals*, Springer Series in Optical Sciences Vol. 80, SpringerVerlag, Berlin, 2001