

**ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ В ДВУМЕРНЫХ РЕШЕТКАХ,
ИНДУЦИРОВАННЫЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ГИБРИДИЗАЦИЕЙ**
Родионенко К. А. (Университет ИТМО), Мазанов М. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – кандидат ф.-м. наук, доцент Горлач М. А.
(Университет ИТМО)

Введение. Кристаллические топологические изоляторы в последнее время стали мощной платформой для реализации фотонных топологических состояний в разных частях электромагнитного спектра: от видимого излучения до микроволнового. Широко известны системы, в которых геометрическая симметрия решётки влияет на возникновение топологических состояний. Ярким примером такой системы является шестиугольная решетка. Как было описано в [1], деформация решетки, сохраняющая C_6 -симметрию, открывает фотонную запрещенную зону в дисперсии. В зависимости от геометрических параметров решетки щель может стать топологической, содержащей моды, локализованные на краях и углах, в конечной модели с открытыми периодическими условиями.

В данной работе предлагается альтернативный подход к созданию таких систем. Его суть в добавлении внутренней симметрии посредством случайных вырождений собственных мод мета-атомов, расположенных в элементарной ячейке решетки. Исследуемый метод позволит уменьшить количество мета-атомов, необходимых для создания топологических изоляторов.

Основная часть. Объектом исследования стала треугольная периодическую решетку, состоящая из волноводов, поддерживающих две случайно вырожденные пары дипольных (p) и квадрупольных (d) мод. Теоретическое описание системы выполнено с помощью модели сильной связи. Гамильтониан системы учитывает разницу между константами распространения p и d мод, а также связь между орбитальными модами соседних волноводов. Благодаря C_6 -симметрии решетки гамильтониан описывается шестью независимыми вещественными коэффициентами. В зависимости от связи между модами соседних волноводов, меняются топологические свойства системы. Мы показали, что в широком диапазоне параметров спектр является нетривиальным. Вычисленные топологические индексы [2] подтверждают топологические свойства системы.

Для подтверждения результатов в модели сильной связи мы вычислили спектр конечной структуры в COMSOL Multiphysics, используя гексагональные волноводы с точно настроенным случайным вырождением p и d мод. В спектре наблюдаются шесть локализованных на углах состояний в запрещенной зоне, с краевыми состояниями, проникающими в объемный спектр.

Выводы. Предложена система с настроенным вырождением p и d орбитальных мод мета-атомов, обладающая топологическими свойствами. Вычислены топологические инварианты и показаны краевые и угловые состояния в конечной решетке. Проведён анализ возможных параметров системы, при которых сохраняются топологические свойства системы.

Список использованных источников:

1. Long-Hua Wu and Xiao Hu, Scheme for Achieving a Topological Photonic Crystal by Using Dielectric Material // Physical Review Letters. – 2015. – V. 114 – №. 22. – P. 223901.
2. Wladimir A. Benalcazar, Tianhe Li, and Taylor L. Hughes, Quantization of fractional corner charge in C_n -symmetric higher-order topological crystalline insulators // Phys. Rev. B. – 2019. – V. 99. – №. 24. – P. 245151.
3. Konstantin Rodionenko, Maxim Mazanov, and Maxim A. Gorlach, Crafting crystalline topological insulators via accidental mode degeneracies // Phys. Rev. B. – 2024. – V. 109. – №. 15. – P. 155135.