

**КВАДРУПОЛЬНЫЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ,
ИНДУЦИРОВАННЫЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ГИБРИДИЗАЦИЕЙ МОД**

Родионенко К. А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат ф.-м. наук, доцент Горлач М. А.

Научный консультант – кандидат ф.-м. наук, младший научный сотрудник Мазанов М.
(Университет ИТМО)

Введение. Свойства квантовых систем определяются не только их энергетическим спектром, но и топологией блоховских функций в обратном пространстве [1]. Поэтому концепции и результаты топологической физики, такие как фаза Берри [2], числа Черна и прочие топологические инварианты, находят широкое применение в области квантовых технологий. При этом топологические инварианты, вычисляемые по системе блоховских функций для периодической структуры, предсказывают существование краевых или угловых состояний, локализованных на интерфейсе и устойчивых к некоторым типам беспорядка.

В данной работе предлагается альтернативный подход к созданию таких систем на примере реализации квадрупольной топологической фазы. 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 стали две треугольные периодические решетки, состоящие из волноводов, поддерживающих две случайно вырожденные пары монополюсных (s) и дипольных (p) мод. Теоретическое описание системы выполнено с помощью модели сильной связи. Гамильтониан системы учитывает разницу между константами распространения s и p мод, а также связь между орбитальными модами соседних волноводов. В работе показано, что в широком диапазоне параметров спектр является нетривиальным. Вычисленные топологические индексы [3] подтверждают топологические свойства системы. При определенных параметрах системы топология оказывается дипольной, а при некоторых других – квадрупольной.

Для подтверждения результатов в модели сильной связи вычислен спектр конечной структуры в COMSOL Multiphysics, используя гексагональные волноводы с точно настроенным случайным вырождением s и p мод. Для настройки вырождения мод

Выводы. Предложена система с настроенным вырождением s и p 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. Yan, Qiuchen, et al., Quantum topological photonics // Advanced Optical Materials – 2021. – V. 9. – №. 15. – P. 2001739.
2. Berry, Michael Victor. Quantal phase factors accompanying adiabatic changes // Proceedings of the Royal Society of London. A. Mathematical and Physical Sciences – 1984. – V. 392. – №. 1802. – P. 45-57.
3. 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.