

УДК 512.745.2

КВАНТОВАЯ ДИНАМИКА ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА

Тушавин Г.В. (ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н, доцент Трифанов А.И.
(ИТМО)

Введение. Процесс фазовой модуляции света описывается периодическим гамильтонианом, образующие которого удовлетворяют алгебре su_2 . За счет энергии модулирующей микроволновой моды индуцируются межмодовые переходы в модулируемом свете. Аналитически решение было найдено в статье [1]. Там, используя преобразования группы симметрий гамильтониана, был найден спектр квазиэнергий. Трудность заключалась в том, что когда число световых мод превышало 3, используемая классификация теряла свою полноту и связанная группа преобразований вырождалась по своим инвариантным преобразованиям. В наших ранних работах, мы нашли способ дополнить классификацию, разделяя тем самым вырожденные подпространства, однако полученная алгебра оказалась достаточно сложной для работы с ней, возникли непреодолимые сложности. Однако, эта алгебра позволяла найти собственные векторы алгебры su_2 и в их базисе записать все преобразования. Помимо поиска этих операторов, сама работа с ними вызывала определенные сложности, трудно было рассматривать системы с произвольным числом мод и фотонов, так как разное число мод вело к разным алгебрам, а построение базиса для систем с числом фотонов превышающих 6 занимало уже значительное время.

В настоящей работе мы пересмотрели наш подход и нашли более простое решение, которое уже позволило рассматривать системы с произвольным числом фотонов и взаимодействующих мод, а также находить аналитические выражения для конкретных состояний.

Основная часть. Описание задачи ведется в Фоковском базисе и все образующие группы симметрий гамильтониана (SU_2 группы) выражаются через бозонные полиномы. В Фоковском базисе гамильтониан недиагонален. Однако, при динамике, число световых частиц сохраняется, что позволяет сузить рассмотрение до подпространств с фиксированным числом фотонов. Рассматривая же базис алгебры $su(2)$, можно еще сильнее раздробить это инвариантное пространство, в рамках которых гамильтониан уже становится тридиагональным. В работе [1] для нахождения оператора квазиэнергии используется разложение Флоке оператора эволюции. В этом разложении в произведении двух экспонент одна из них оказывается диагональной в обоих базисах, но часть с операторов эволюции все равно остается достаточно сложной. Мы рассмотрели присоединенное представление для оператора эволюции и нашли полную систему порождающих его спектр бозонных операторов. В этом втором Фоковском базисе оператор квазиэнергии оказывается диагональным и матрицы перехода между базисами имеют достаточно простой вид. Мы смоделировали полученный результат и написали программу, позволяющую наблюдать динамику произвольных состояний.

Выводы. Полученное решение позволяет прогнозировать поведение состояний в модуляторе. Также это позволяет перейти к рассмотрению следующей задачи – системе взаимодействующих модуляторов. Эта задача представляет большой интерес с точки зрения квантовой коммуникации, проектирования подобных систем и их описания.

Список использованных источников:

1. Miroshnichenko G.P., Kiselev A.D., Trifanov A. I., Gleim A.V., Algebraic approach to electro-optic modulation of light: exactly solvable multimode quantum model // J. Opt. Soc.Am. B, 2017, Vol. (6), pp. 1177-1190.

2. Biedenharn L.C., Louck J.D. Angular momentum in quantum physics. // Cambridge university press 1984.
3. Gelfand I.D., Shapiro Z.Ya., Minlos R.,A. Representations of the Rotation and Lorentz Groups and Their Applications // The Pergamon Press 1963.
4. Perelomov A.M. Generalized Coherent States and Their Applications // Springer 1986.