

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАПУТАННЫХ СОСТОЯНИЙ ТРЕХМОДОВОГО ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА

Матвеева М.В. (ИТМО)

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

Введение. В работе [1] была представлена явно решаемая алгебраическая модель процесса электрооптической модуляции света микроволновым полем на основе линейного электрооптического эффекта. Для описания межмодового взаимодействия света соответствующие операторы были получены отображением Жордана-Швингера [2] генераторов матричной алгебры $su(2)$. Было показано, что в приближении высокой интенсивности модулирующего микроволнового излучения модель сводится к полуклассической и динамическая задача оказывается точно решаемой. Однако, при количестве взаимодействующих оптических мод больше трех, связанные с инвариантными пространствами, неприводимые представления алгебры $su(2)$ оказываются вырожденными – индуцированная $su(2)$ алгеброй классификация оказывается неполной. Для решения этой задачи в [2] был предложен метод лестничных операторов для оператора Казимира образа алгебры $su(2)$ [3]. Полученная алгебра лестничных операторов порождает спектр и собственные векторы оператора Казимира, позволяя описать все инвариантные пространства в рамках задачи с тремя взаимодействующими частотными модами.

Основная часть. В настоящей работе в рамках описанной выше модели мы исследуем возможность генерации перепутанного двухмодового состояния используя в качестве начального состояния на входе модулятора двухфотонное фоковское состояние. Действуя на вакуумный вектор лестничными операторами мы попадаем в инвариантное подпространство связанным с неприводимым представлением алгебры $su(2)$ размерности пять, содержащем состояния $|200\rangle, |110\rangle, \sqrt{\frac{2}{3}}|020\rangle + \frac{1}{\sqrt{3}}|101\rangle, |011\rangle, |002\rangle$. Каждый собственный вектор можно выразить через фоковский базис. Мы используем стационарные состояния Гамильтониана для построения оператора эволюции модели. Действуя им на начальное состояние $|020\rangle$, мы находим зависимость амплитуд вероятности компонент фоковского вектора от времени. В процессе эволюции могут возникать квантовые многомодовые состояния вида

$$\alpha|200\rangle + \beta|020\rangle + \alpha^*|002\rangle \quad (5)$$

В которых отсутствуют состояния $|011\rangle$ и $|110\rangle$. При этом, мы определили такой момент времени, при котором в выражении (5) отсутствует компонента $|020\rangle$.

Выводы. В работе мы показали, что фазовый модулятор осуществляет преобразования квантовых состояний электромагнитного поля, которые выходят за границы локальных операций в системах квантовых коммуникаций (ЛОСС), индуцируя существенно квантовый канал для преобразования состояний.

Список использованных источников:

1. G.P. Miroshnichenko // Journal of the Optical Society of America B. 2017. No 34(6). P. 1177-1183.
2. L.C. Biedenharn, J.D. Louck “Angular momentum in quantum physics” Cambridge university press, 1984.

3. G.V. Tushavin, A.I. Trifanov, E.V. Zaitseva // Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics. 2022. No 13 (3). P. 299-307.
4. A.I. Trifanov, G.P. Miroschnichenko // Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics. 2013. No 4(5). P. 635-647.
5. I.D. Gelfand, Z.Ya. Shapiro, R.A. Minlos “Representations of the Rotation and Lorentz Groups and Their Applications” The Pergamon Press, 1963
6. A.M. Perelomov. “Generalized Coherent States and Their Applications” Springer, 1986.

Автор _____ Матвеева М.В.

Научный руководитель _____ Трифанов А.И.