

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМПЛИТУДНЫХ И ФАЗОВЫХ ОШИБОК СВЕТОДЕЛИТЕЛЕЙ НА РАБОТУ C-NOT ГЕЙТА

Страшилин В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.ф.-м.н. (радиофизика), д.ф.-м.н. (оптика), ведущий научный сотрудник Петров В. М.
(Университет ИТМО)

Введение. Основным объектом исследования с использованием компьютерного моделирования выступил светоделитель (Beam splitter) построенный на основе протокола двухканального кодирования (KLM protocol) линейных оптических квантовых вычислений (LOQC). В протоколе двухканального кодирования каждый из фотонов обладает вертикальной или горизонтальной поляризацией, а кубит представляется в виде фотона, распространяющегося в этих каналах, что позволяет осуществлять вычисления исключительно с линейными оптическими инструментами. Факторами, оказывающими влияние на показатель работы светоделителя являются амплитудная и фазовая составляющая прошедшего и отражённого света, которые в случае с оптическими вычислениями, вносят изменения в вероятностное распределение выходных данных. В лабораторных условиях практически невозможно добиться идеальных показателей вышеперечисленных характеристик, поэтому в данной работе рассматривается их влияние на работу одного светоделителя и оптической системы C-NOT гейта из нескольких последовательно расположенных светоделителей.

Основная часть. Для моделирования и изучения различных характеристик квантовой оптической системы использовалась программная библиотека вычислительной физики QuTiP. Основываясь на протоколе KLM, каждый кубит представляется в виде двух оптических мод, в которых в зависимости от моды задавался фотон с вертикальной или горизонтальной поляризацией. Для описания эффектов, возникающих при отклонении двухмодовых светоделителей от теоретических показателей, были промоделированы системы с отклонением в фазе и коэффициенте преломления/отражения воздействующие на исходное состояние системы. Применение оператора светоделителя на состояние системы, приводит к достаточно точному описанию физического воздействия пучка прошедшего через него.

При изучении свойств светоделителей с коэффициентами деления 1:2 и 1:3, рассматривалось два варианта воздействия на систему:

- 1) Воздействие на состояние с фотоном в одной моде;
- 2) Воздействие на состояние с фотоном в двух модах или с суперпозицией горизонтальной и фазовой составляющих.

Выводы. Рассмотрено влияние отклонения параметров светоделителей на работу квантового фотонного гейта в интегрально-оптическом исполнении. Представленные в данной работе результаты подтверждают предположение о возможной практической реализации квантового фотонного гейта на основе интегральной оптики. Выявлено, что неидеальность каждого из светоделителей вносит различный вклад в нарушение условий двухфотонной интерференции.

Список использованных источников:

1. Knill E., Laflamme R., Milburn G. J. A scheme for efficient quantum computation with linear optics //nature. – 2001. – Т. 409. – №. 6816. – С. 46-52.
2. Stobińska M. et al. Quantum interference enables constant-time quantum information processing //Science advances. – 2019. – Т. 5. – №. 7. – С. eaau9674.
3. O'Brien J. L. et al. Demonstration of an all-optical quantum controlled-NOT gate //Nature. – 2003. – Т. 426. – №. 6964. – С. 264-267.
4. Johansson R. J., Nation P. D. QuTiP: A framework for the dynamics of open quantum systems using SciPy and Cython //Proceedings of the 11th Python in Science Conference. – 2012.
5. Ralph T. C. et al. Linear optical controlled-NOT gate in the coincidence basis //Physical Review A. – 2002. – Т. 65. – №. 6. – С. 062324.