

УДК 519.6

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КВАНТОВЫХ ВЕНТИЛЕЙ

Лытаев А.А. (Национальный исследовательский университет ИТМО)

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Попов И.Ю.
(Национальный исследовательский университет ИТМО)

Рассматривается система из двух одинаковых двумодовых оптических волноводов. Описывается решение задачи об их взаимодействии с целью реализации вентиляей для двух кубитов на основе этой системы.

Введение. Создание квантового компьютера является важной задачей, решение которой позволит решать ряд актуальных задач существенно быстрее, чем с использованием классических компьютеров. Существенной проблемой, встающей на пути к достижению поставленной цели, является быстрая декогеренция квантовых систем. Использование световых фотонов в качестве носителей информации позволит частично решить данную проблему за счёт достаточно слабого взаимодействия между ними и другими объектами. Вместе с тем, в современной оптической модели квантовых вычислений возникает новая трудность, связанная с недетерминированным характером работы двухкубитных вентиляей, основанных на использовании светоделителей, и, как следствие, слабая масштабируемость системы. В начале этого века был предложен метод реализации кубитов с помощью оптических волноводов с двумя направляемыми модами. В данной работе описывается способ расчёта влияния пространственного сближения таких волноводов на состояния их фотонов с целью рассмотрения данной системы, как способа реализации детерминированного двухкубитного вентиля.

Основная часть. В данной работе описывается теория связанных волноводов, рассматривается возможность её применения к данной системе. Приводится явное решение дифференциальных уравнений на амплитудные коэффициенты напряженности полей волноводных мод в приближении слабости взаимодействия между модами с различными постоянными распространения и пренебрежении членами низших порядков, описывающих различные взаимодействия между волноводами в продольном направлении системы. Приводится описание квантовой теории световых лучей, позволяющей описать двумодовый волновод с помощью модифицированного уравнения Шредингера, роль потенциала в котором выполняет пространственное распределение коэффициента преломления. Собственные функции этого уравнения описывают поперечное распределение напряженности полей мод, распространяющихся в нём. Предлагается численный метод решения этого уравнения, с целью нахождения его собственных функций, которые предлагается положить в качестве базисных функций пространства векторов волновых функции, описывающих состояние кубита. Таким образом, задаётся возможность для перевода амплитуд напряженностей полей волноводных мод в координаты вектора волновой функции кубита и обратно.

Выводы. Приведенные в работе методы позволяют описать влияние пространственного сближения двух двумодовых волноводов на состояния кубитов, реализованных на базе оптических волноводов. Численное решение данной задачи является важным шагом на пути к физическому воплощению данной системы, имеющей в перспективе возможность оказаться детерминированной, и, как следствие, масштабируемой реализацией двухкубитного квантового вентиля.

Лытаев А. А. (автор)

Подпись

Попов И. Ю. (научный руководитель)

Подпись