

УДК 519.6

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СБЛИЖЕННЫХ 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 сближенных диэлектрических волноводов. Проводится решение задачи о распространении электромагнитного поля в системе с учётом изгибов волноводов с целью определения оптимальных параметров системы для реализации квантовых вентилях с помощью теории связанных волноводов, а затем результат верифицируется с помощью метода распространения лучей.

Введение. Задача о создании рабочего прототипа квантового компьютера является важной практической задачей, значение которой трудно переоценить. Решение этой проблемы позволит решать ряд вычислительных задач с существенным ускорением по сравнению с компьютерами, работающими на принципах классической архитектуры. Одной из перспективных моделей квантовых вычислений является оптическая модель, преимуществом которой является устойчивость к декогеренции. В одной из статей по теме квантовых вычислений предлагается схема выполнения квантовой операции CNOT с использованием в качестве квантовых битов двух поперечных мод оптических волноводов. Важную роль в этой схеме играет сближение двух волноводов, подбору геометрических параметров которого посвящена данная работа.

Основная часть. Данная система рассматривается с точки зрения классической оптики в связи с тем, что поперечное распределение электромагнитного излучения в оптическом волноводе обладает некоторыми свойствами волновой функции квантовой системы и таким образом может использоваться в качестве квантовой вычислительной системы. Метод математического моделирования данной задачи основан на разложении поля в сумму полей двух оптических мод в каждом из волноводов с амплитудными коэффициентами, которые находятся путём подстановки в систему уравнений Максвелла с заданными в задаче граничными условиями. Полученные уравнения в приближении малыми слагаемыми могут быть решены аналитически. С помощью этого решения можно получить оценку требуемых параметров системы, а затем скорректировать её при решении полной системы, а также при решении системы, учитывающей распространение и взаимодействие излучения в плечах рассматриваемого сближения. Полученный результат верифицируется с использованием метода распространения лучей (Beam Propagation method).

Выводы. Анализ полученных результатов показывает, что использованный в работе алгоритм подбора параметров системы, основанный на использовании теории связанных волноводов позволяет правильно оценить параметры сближения в том случае, если плечи сближения волноводов имеют достаточно большой радиус и длину, однако, необходимость создания системы таких больших продольных размеров, впоследствии, может показать плохие результаты вследствие не учитываемых потерь на дефектах волноводных стенок. Тем не менее, в рамках рассматриваемой модели ошибка вычислительного устройства не превышает 10%.

Список использованных источников:

1. Fu J., Shao-Fang T. Quantum Computations with Transverse Modes of an Optical Field Propagating in Waveguides // Chinese Phys. Lett., Vol. 20, No. 9, 2003. P. 1426.
2. Маркузе Д. Оптические волноводы. М.: Мир, 1974.

3. A. Melloni, F. Carniel, R. Costa, and M. Martinelli. Determination of Bend Mode Characteristics in Dielectric Waveguides // Journal of Lightwave Technology. 2001. Vol. 19, No.

Лытаев А.А. (автор)

Подпись

Попов И.Ю. (научный руководитель)

Подпись