

УДК 517.938

ВЛИЯНИЕ ТУРБУЛЕНТНОЙ АТМОСФЕРЫ НА ВЕЛИЧИНУ ОШИБКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АЛГОРИТМА КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ

Фалеева М.П. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Попов И.Ю.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Исследуется влияние параметров турбулентной атмосферы и характеристик квантового канала на вероятность появления ошибки в результате выполнения алгоритма квантового распределения ключа. Кодирование кубитов осуществляется с помощью мод гауссова пучка света. Рассматривается реализация алгоритма квантового распределения ключа на запутанных парах кубитов.

Введение. В настоящее время одной из важнейших задач квантовой информатики является исследование способов реализации известных квантовых алгоритмов в условиях турбулентной атмосферы. Большое количество таких алгоритмов основано на отличительном свойстве единиц квантовой информации – способности быть запутанными. Для получения корректных результатов при реализации алгоритма очень важно сохранение запутанности кубитов. Оказывается, при передаче запутанности через свободное пространство (через турбулентную атмосферу) запутанность сохраняется даже лучше, чем при передаче через оптические квантовые каналы связи. Соответственно, интерес представляет исследование влияния турбулентности атмосферы на вероятность верного исполнения таких алгоритмов.

Основная часть. Мы рассматриваем алгоритм квантового распределения ключа и вычисляем вероятность появления ошибки в зависимости от параметров турбулентности. Есть несколько реализаций данного алгоритма. Для нас интерес представляет реализация, использующая запутанные пары кубитов. Для кодирования кубитов используем моды гауссова пучка света высших порядков, которые находятся из параксиального уравнения Гельмгольца. Мы предполагаем, что запутанные пары кубитов разделяются и отправляются по разным квантовым каналам через атмосферу двум получателям (Алисе и Бобу), где состояния кубитов регистрируются детекторами, отвечающими четырем неортогональным состояниям кубита. Турбулентность атмосферы может нарушить запутанность, в результате чего сработает ложный детектор. Матрица плотности запутанного состояния кубитов, прошедших через атмосферные квантовые каналы выводится с помощью соотношений входного и выходного состояний в терминах R-функции Глаубера-Сударшана. При описании влияния атмосферы на квантовое состояние мы ограничились только эффектом блуждающего луча, доминирующего для слабой турбулентности. Для генерации секретного ключа отбрасываются пары событий, где сработал ложный детектор, вычисляется вероятность верного распознавания пары кубитов и соответственно, определяемых ими классических битов, из которых потом выбирается секретный ключ.

Выводы. Данное исследование может представлять практический интерес для разработчиков квантовых каналов связи в свободном пространстве с целью безопасного обмена информацией.

Фалеева М.П. (автор)

Подпись

Попов И.Ю. (научный руководитель)

Подпись