

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПАКТНЫХ СИСТЕМ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ В ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Портнова К.А.¹

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Киселев Ф.Д.¹

¹(Университет ИТМО)

Введение

Свободное пространство является одним из фундаментальных каналов связи. Его активно используют спутниковые, наземные или морские каналы, в условиях, когда прокладка оптоволокну непрактична. Однако, изучение этого канала сложнее, чем анализ стабильного оптоволокну, из-за ряда таких факторов, как атмосферная экстинкция, ошибки наведения, турбулентность и прочие погодные условия [1].

Параллельно с развитием физических моделей каналов связи, эволюционируют и протоколы квантового распределения ключей. Наряду с классическими протоколами на дискретных переменных, такими как BB84, активно развиваются протоколы на непрерывных переменных. Протокол CV-QKD является важной областью исследований, так как демонстрирует устойчивость к высокому фоновому шуму, адаптируемость к работе в течение всего дня и применимость в условиях тумана.

Альтернативой CV-QKD является протокол на боковых частотах subcarrier wave QKD (SCW-QKD) [2]. Примечательно, что этот протокол демонстрирует высокую спектральную эффективность, позволяющую генерировать несколько независимых ключей одновременно, а также универсальность для различных систем связи.

Основная часть

Целью данной работы является сравнение двух протоколов крк - CV-QKD и SCW-QKD при различных параметрах атмосферы, оптического канала и протокола и выявление областей их преимущественного применения. Для этого было написано программное обеспечение для моделирования передачи сигнала по открытому пространству. На основе вводимых параметров (атмосферная экстинкция, ошибка наведения, эффективность приемника и т.д.) программа рассчитывает зависимость скорости передачи информации и пропускания канала от расстояния передачи.

Выводы

По итогам данной работы было проведено сравнение протоколов CV-QKD и SCW-QKD в открытом пространстве, а также подобраны оптимальные параметры протокола и оптической системы. Исходя из расчетов было получено, что протокол CV-QKD более эффективен для передачи информации на дальние дистанции, а SCW-QKD – на ближние, однако он более устойчив к турбулентности и туману.

Литература

1. Ghalaii M., Pirandola S. Quantum communications in a moderate-to-strong turbulent space // Communications Physics. 2022. Vol. 5, no. 1. P. 38. <https://doi.org/10.1038/s42005-022-00814-5>.
2. Goncharov R., Kargina D., Vorontsova I. and Chistiakov V. Numerical analysis of a free-space subcarrier wave quantum key distribution system for ship-to-port communication // Laser Physics. 2025. Vol. 35, no. 6. P. 065202. <https://doi.org/10.1088/1555-6611/addb22>.