

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАНТОВЫХ АТМОСФЕРНЫХ КАНАЛОВ НА ОСНОВЕ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ****Каргина Д.А. (ИТМО),****Научный руководитель – аспирант Гончаров Р.К. (ИТМО)**

Введение. Эффекты рассеяния, сцинтилляции и изменение направления распространения луча производят существенное влияние на прикладные задачи, в частности, на квантовое распределение ключей в атмосферных каналах [1]. Важно учитывать уникальные для каждого эксперимента внешние условия, зависящие от местности и включающие в себя следующие факторы: осадки, яркость неба и турбулентность. Для оценки турбулентности атмосферного канала необходим расчет структурной характеристики показателя преломления атмосферы (структурной константы) [2]. Данная работа посвящена моделированию скорости генерации стойкого ключа, исходя из анализа турбулентности на основе метеорологических данных.

Основная часть. Атмосферные каналы связи претерпевают потери из-за взаимодействия света с неоднородной средой, приводящее к переотражению, рассеянию и искажению волнового фронта. Такие неоднородности вызваны случайными флуктуациями параметров атмосферного канала. Анализ погодных условий позволяет оценить атмосферные флуктуации и вносимые потери, влияющие на оценку скорости генерации стойкого ключа. В частности, дополнительные осадки, ограничение видимости и турбулентность будут вводить ограничение на распространение сигнала в атмосфере. В стандартных моделях принято описывать турбулентность на основе структурной характеристики показателя преломления атмосферы (структурной константы). Для оценки турбулентности принято использовать дневное и ночное значение структурной константы, однако, такой подход является приблизительной оценкой. В данной работе, для оценки генерации стойкого ключа в режиме турбулентной атмосферы производится расчет структурной константы с помощью базы данных GSOD [3] – открытой базы метеорологических данных со всего мира. Применяется метод расчета среднего масштаба амплитуды неоднородностей показателя преломления воздуха [4]. По рассчитанным значениям дисперсии температуры за месяц в течении нескольких лет оценивается дисперсия температуры, далее с помощью эмпирических данных для поляризуемости света для стандартной телекоммуникационной длины волны рассчитывается коэффициент пропускания и скорость генерации ключа.

Выводы. Построена модель оценки оптической турбулентности с помощью метеорологической базы данных. Оценен стойкий ключ для атмосферного канала в условиях турбулентной атмосферы.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 24-29-00786).

Список использованных источников:

1. Pirandola S. Limits and security of free-space quantum communications //Physical Review Research. – 2021. – Т. 3. – №. 1. – С. 013279.
2. Татарский В. И. Распространение волн в турбулентной атмосфере. – Рипол Классик, 1967.
3. NOAA National Centers of Environmental Information, 1999. Global Surface Summary of the Day - GSOD. 1.0. NOAA National Centers for Environmental Information. Accessed [February 2025].
4. Ковадло П. Г., Шиховцев А. Ю., Кочеткова О. С. Методика оценки оптической нестабильности земной атмосферы на основе численного анализа сетевых

метеорологических данных //Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2012. – Т. 2. – С. 139-149.