

ГЕНЕРАЦИЯ И СВОЙСТВА СЖАТОГО МНОГОМОДОВОГО СОСТОЯНИЯ В ФАЗОВОМ МОДУЛЯТОРЕ.

Табиева А. В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, к.ф.-м. наук, Трифанов А.И. (Университет ИТМО)

Введение. Исследование процессов преобразования спектральных и статистических свойств многомодовых квантово-оптических сигналов имеет важное прикладное значение в связи с использованием таких сигналов в системах квантовых коммуникаций и криптографии. Данное преобразование реализуется в основном в фазовых модуляторах.

В работе была предложена и исследована полуклассическая модель фазового модулятора, в рамках которой может быть описан процесс модуляции оптического сигнала в полностью квантовом состоянии. В качестве электрооптического модулятора был взят нелинейный кристалл, помещенный между двумя плоскопараллельными металлическими электродами. Существует ряд проблем, связанных квантованием модели фазового модулятора. Дело в том, что прямое квантование классической модели приводит к неунитарному оператору эволюции: в классической модели амплитуды частотных мод определяются функциями Бесселя, которые убывают с увеличением разности индексов мод. В связи с тем, что модулируемая частота на несколько порядков превышает модулирующую, проблема отрицательных частот на практике не появляется:

Основная часть. В работе мы рассматриваем динамику сжатого по числу фотонов состояния однотонального сигнала, поступающего на вход электрооптического модулятора и анализируем статистические характеристики ансамбля мод на выходе устройства, в частности:

1. В рамках полуклассической модели фазового модулятора исследованы статистические свойства коллективного состояния поднабора частотных мод на выходе из модулятора;
2. Для заданного поднабора частотных мод модулированного по фазе одночастотного сигнала в сжатом состоянии получена редуцированная матрица плотности;
3. Показано, что при модуляции сжатого по числу фотонов состояния однотонального сигнала на выходе модулятора формируется сигнал, чьи частотные моды находятся в перепутанном состоянии.

Выводы.

В результате работы было получено аналитическое выражение для редуцированной матрицы плотности выбранного поднабора частотных мод. Было показано, что коллективное состояние всех мод является перепутанным и имеет значительный ресурс для использования при передаче информации. Мы оценили такие характеристики как степень перепутывания, чистоту состояния и квантовую энтропию.

Список использованных источников:

1. Capmany, J., Fernandez-Pousa, C. R., Laser Photonics Rev., -2011, Vol. 5(6), pp. 750–772.
2. G.P. Miroshnichenko, et al., JOSA B, -2017, 34 (7), 061177-14.
3. Miroshnichenko G. P. et al., Optics express. – 2018. – Т. 26. – No. 9. – С. 11292-11308.
4. Tushavin G.V., Zaitseva E.V., Trifanov A.I. Ladder operators approach to representation classification problem for Jordan–Schwinger image of $su(2)$ algebra. Nanosystems: Phys. Chem. Math., 2022, 13 (3), 299–307.