

50-я научная конференция МФТИ
Факультет проблем физики и энергетики
Секция прикладной теоретической физики

УДК 535.14

Колесников А.А.¹, Манько В.И.²

¹ Московский физико-технический институт (государственный университет)

² Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

**Соотношение неопределённости и фотонная
статистика для одномодового сжатого света**

Информация о природе и поведении квантового физического состояния может быть получена из соотношений неопределённости Гайзенберга, Шредингера и Робертсона. Этот способ особенно эффективен при анализе фотонных систем как в одномодовом, так и многомодовых случаях. В свою очередь вероятность распределения фотонов зависит от вариаций и ковариаций фотонных квадратур и является положительной величиной. Проблема нарушения соотношения неопределённости может быть исследована с помощью анализа выражений для функций распределения фотонов, то есть исследования областей параметров (таких как вариации и ковариации) [1, 2]. Целью настоящей работы является изучение данной проблемы, используя фотонное распределение гауссовых состояний (сжатых состояний) [1], в частности, оно может быть задано многомерными полиномами Эрмита [3]:

$$P_n = P_0 \frac{H_{nn}^R(y_1, y_2)}{n!}.$$

Здесь P_0 — вероятность полного отсутствия фотонов в системе, H_{mn}^R — двумерный полином Эрмита, где

$$y_1 = y_2^* = 2 \frac{(T-1)z^* + (\sigma_{pp} - \sigma_{qq} + 2i\sigma_{pq})z}{2T - 4d - 1},$$

d и T — соответственно детерминант и след действительной симметричной матрицы вариаций импульса и координаты

$$M = \begin{pmatrix} \sigma_{pp} & \sigma_{pq} \\ \sigma_{pq} & \sigma_{qq} \end{pmatrix}, \quad z = \frac{\langle q \rangle + i \langle p \rangle}{\sqrt{2}}$$

— комплексный параметр.

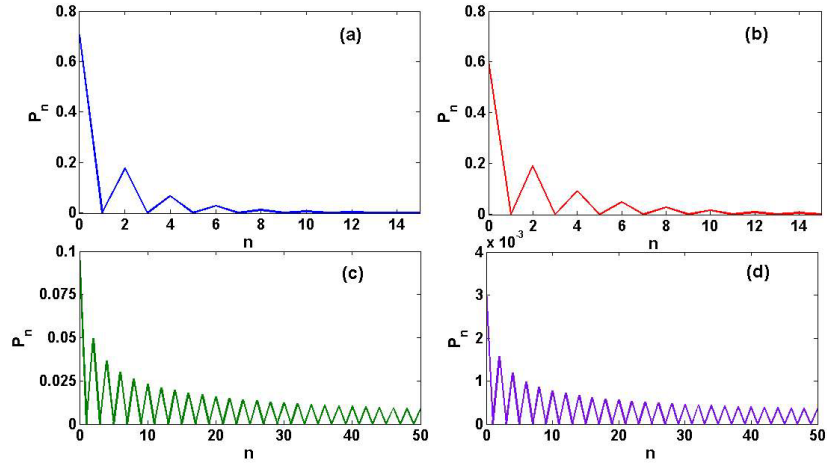


Рис. 1. Функция распределения чистого фотонного состояния для различных значений σ_{pp} и σ_{qq} при фиксированном $\sigma_{pp} = \sqrt{7}/2$: а) $\sigma_{pp} = 1$ и $\sigma_{qq} = 2$; б) $\sigma_{pp} = 0,5$ и $\sigma_{qq} = 4$; в) $\sigma_{pp} = 0,01$ и $\sigma_{qq} = 200$; д) $\sigma_{pp} = 10^{-5}$ и $\sigma_{qq} = 2 \cdot 10^5$

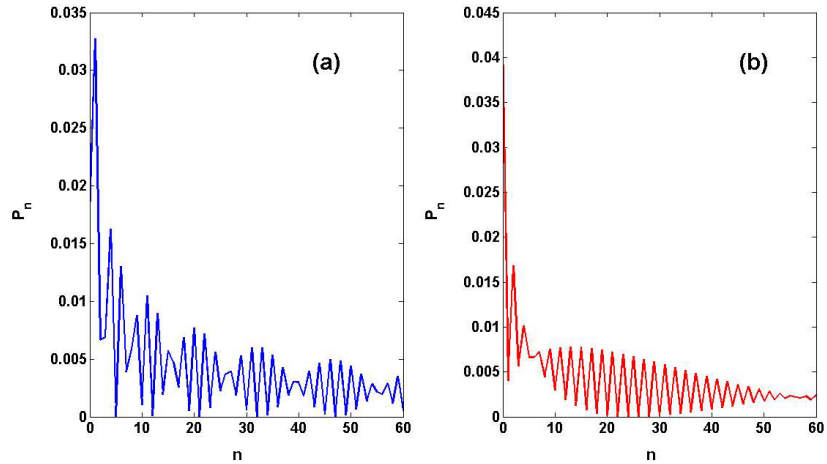


Рис. 2. Функция распределения сильно сжатого чистого состояния, где а) $\sigma_{pp} = 10^3$, $\sigma_{qq} = 1$, $\sigma_{pq} = \sqrt{999,75}$, $\langle p \rangle = \langle q \rangle = 1$; б) $\sigma_{pp} = 10^3$, $\sigma_{qq} = 1$, $\sigma_{pq} = \sqrt{999,75}$, $\langle p \rangle = 5$, $\langle q \rangle = 0$

При этом интересно проследить, как именно изменяется функция распределения фотонов P_n при переходе параметров из области, где соотношение неопределённости выполняется, а сама функция положительна, в область нарушения соотношения неопределённости, где функция становится отрицательной и даже комплексной. В свою очередь верно и обратное: нарушение соотношения неопределённости можно выявить из значения функции распределения, когда она принимает отрицательные и комплексные значения, либо положительные значения больше единицы. Таким образом, можно сказать, что имеется сильная корреляция между фотонной статистикой и статистикой квадратур. Некоторые интересные примеры поведения функций распределения в зависимости от числа фотонов приведены на рис. 1 и 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Dodonov V., Man'ko O., Man'ko V.* // Phys. Rev. A. — 1994. — V. 49. — P. 4.
 2. *Bertrand P., Moy K., Mishkin E.* // Phys. Rev. D. — 1971. — V. 4. — P. 1909.
 3. *Додонов В., Манько В.* // Труды ФИАН. — 1987. — Т. 167. — С. 7.
-

Представленная выше версия доклада является ознакомительной.

Версию доклада, предназначенную для печати,
можно найти в факультетском сборнике трудов конференции.
Электронные материалы конференции публикуются по адресу
http://www.mipt.ru/nauka/conf50/plen_sections/