Корреляции второго порядка в излучении искусственного сверхпроводникового атома в передающую линию

Воскресенский В.В.1,а, Васенин А.В.1,2,б, Дмитриев А.Ю1,

Болгар А. 1 и Астафьев О.В.1,2

aстудент, баспирант

*1Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет), физтех-школа физики и исследований им. Ландау, Долгопрудный, Россия
2Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия*

*E-mail: voskresenskii.vv@phystech.edu*

Корреляционные функции [2] широко используются для изучения квантовых электромагнитных полей. Например, корреляторы второго порядка полезны для описания качества однофотонных источников [3]. ­­­­­­Важной особенностью является то, что для микроволнового диапазона, в котором работает изучаемая нами система, до сих пор нет достаточно эффективных однофотонных детекторов, с помощью которых данные функции измеряются в системах оптического диапазона, поэтому мы используем линейные детекторы [1]. Однако у сверхпроводящих квантовых цепей есть преимущество: с помощью них можно создать систему с сильной связью искусственного атома с волноводом, что позволяет легче наблюдать однофотонные процессы.

С помощью корреляторов первого и второго порядков мы исследуем излучение сверхпроводникового кубита трансмона, симметрично связанного с передающей линией, при непрерывной накачке. Измеренные нами корреляторы имеют следующий вид:

**здесь и – отраженный и прошедший сигналы соответственно. Для их получения разработана техника измерений с помощью линейных детекторов и обработки данных в реальном времени на видеокарте.

***Рис. 1***. Стационарные корреляторы: а) первого порядка, б) второго порядка. Серыми линиями обозначены результаты численного моделирования с одинаковыми параметрами , , полученными подгонкой. Черными точками – экспериментальные данные, соответствующие формулам (3) и (4).

Для практического применения важны стационарные корреляционные функции:

которые зависят только от времени задержки между сигналами . Полученные результаты сравнивались с численными моделями для и .На рис. 1б можно наблюдать эффект антигруппировки, характерный для источников одиночных фотонов.

 Таким образом, нами было изучено излучение искусственного сверхпроводникового атома: было показано, что излучение данного источника является однофотонным, и поведение корреляционных функций и сходится с теоретической моделью. Разработанный метод измерения корреляторов с помощью линейных детекторов в СВЧ диапазоне может служить для исследования фотонной статистики квантовых источников в различных экспериментах.

Литература

1. Da Silva M.P., Bozyigit D., Wallraff A., Blais A. [et al.] Schemes for the observation of photon correlation functions in circuit QED with linear detectors // Physical Review A. 2010. V.82(4):043804. DOI: 10.1103/PhysRevA.82.043804
2. Glauber R.J*.* Photon Correlations // Physical Review Letters. 1963. Vol. 10. No. 3. P. 84-86.
3. Peng Z.H., De Graaf S.E., Tsai J.S., Astafiev O.V*.* [et al.] Tuneable on-demand single-photon source in the microwave range // Nature Communications. 2016. V.7(1):12588. DOI: 10.1038/ncomms12588