

Рассеяние классических и квантовых полей в каскадной системе сверхпроводниковых кубитов - трансмонов в режиме сильной связи

Гунин С. А.^{1*}, Дмитриев А. Ю.^{1,3}, Васенин А. В.^{1,2},
Тихонов К. С.^{1,4}, Федоров Г. П.^{1,3,5}, Астафьев О. В.^{2,1}

¹Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Россия

²Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия

³Российский квантовый центр, Сколково, Россия

⁴Институт теоретической физики им. Ландау, Москва 119334, Россия

⁵Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия

E-mail: *gunin.sa@phystech.edu

В большинстве задач современной волноводной КЭД [1] амплитуды рассеяния слабого когерентного импульса на отдельной двухуровневой системе (ДУС) считаются эквивалентными амплитудам рассеяния одиночного распространяющегося фотона. Хотя статистика рассеянных полей имеет явные качественные различия, наблюдение и сравнение отклика по среднему полю имеет ряд особенностей, и, до сих пор, не получило должного внимания. В данной работе мы тщательно сравниваем рассеяние: (i) короткого микроволнового когерентного импульса от ВЧ-генератора и (ii) одиночного микроволнового фотона в состоянии суперпозиции с вакуумом; оба направленные на отдельную ДУС – рассеиватель. В качестве экспериментальной платформы используются два сверхпроводниковых кубита - трансмона [2]: для реализации Источника одиночных фотонов и ДУС - рассеивателя, причем обе системы находятся в режиме сильной связи с общим волноводом. Источник и Рассеиватель составляют единую каскадную систему, в которой измеряется динамика рассеянного поля с разрешением во времени для обоих случаев входных сигналов на ДУС - рассеиватель.

Экспериментально обнаружено [3] расхождение между двумя случаями реализации возбуждающего ДУС - рассеиватель сигнала, которое напрямую связано со статистикой взаимодействующих с ДУС полей. Экспериментальные результаты количественно совпадают с аналитическим и численным исследованием, проведенным с использованием теории открытых квантовых систем. В частности, для широкого диапазона радиационных ширин обеих ДУС, численно исследована амплитуда классического поля, наиболее близко воспроизводящая рассеянное поле при взаимодействии с суперпозицией одиночного фотона и вакуума.

Список литературы

- [1] Dibyendu Roy, C. M. Wilson, and Ofer Firstenberg. Colloquium: Strongly interacting photons in one-dimensional continuum. *Rev. Mod. Phys.*, 89:021001, May 2017. doi: 10.1103/RevModPhys.89.021001. URL <https://link.aps.org/doi/10.1103/RevModPhys.89.021001>.

- [2] Jens Koch, Terri M. Yu, Jay Gambetta, A. A. Houck, D. I. Schuster, J. Majer, Alexandre Blais, M. H. Devoret, S. M. Girvin, and R. J. Schoelkopf. Charge-insensitive qubit design derived from the cooper pair box. *Phys. Rev. A*, 76:042319, Oct 2007. doi: 10.1103/PhysRevA.76.042319. URL <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevA.76.042319>.
- [3] S. A. Gunin, A. Yu. Dmitriev, A. V. Vasenin, K. S. Tikhonov, G. P. Fedorov, and O. V. Astafiev. Quantum and classical field scattered on a single two-level system. *Phys. Rev. A*, 108:033723, Sep 2023. doi: 10.1103/PhysRevA.108.033723. URL <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevA.108.033723>.