

УДК 537.87

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ИНВАРИАНТА ИЗ ДВУХФОТОННЫХ КВАНТОВЫХ БЛУЖДАНИЙ ПРИ НАЛИЧИИ БЕСПОРЯДКА

Степаненко А.А. (Университет ИТМО),
Научный руководитель – к.ф.-м.н., с.н.с., доцент Горлач М.А.
(Университет ИТМО)

Работа посвящена исследованию влияния беспорядка на извлечение топологического инварианта из квантовых блужданий двухфотонного состояния в массиве кубитов. Показана возможность устойчивого измерения фазы при введении беспорядка в амплитуды туннельных связей, диссипации и декогеренции.

Введение. Топологическая защита фотонных состояний и их квантовых корреляций открывает новые возможности для развития квантовых технологий, включая квантовые вычисления и коммуникации. Неотъемлемой частью разработки квантовых систем с контролируемым топологическим порядком является экспериментальное определение многочастичной топологической фазы, например, на основе квантовых блужданий в массиве кубитов. Такие системы поддерживают состояния, устойчивые к определенным видам беспорядка, что обуславливает важность исследования влияния беспорядка на извлечение многочастичного топологического инварианта системы.

Основная часть. Проведено численное моделирование квантовых блужданий связанных фотонных пар в одномерном массиве туннельно-связанных сверхпроводящих кубитов, описываемом гамильтонианом Бозе-Хаббарда. При этом, рассматриваемая модель включала две различные по амплитуде связи, приводящие к формированию нетривиальной топологической фазы системы. Также наличие ангармонизма у кубитов приводило к формированию связанных пар фотонов. Описание квантового состояния было построено с использованием матрицы плотности, включающей в себя состояния вакуума, одночастичные и двухчастичные элементарные возбуждения. Для получения временной динамики системы производилось численное решение уравнения Линдблада, включающего члены, описывающие декогеренцию и диссипацию, с начальными условиями, задающими матрицу плотности состояния связанной пары фотонов в центре системы. Для извлечения топологического инварианта изучалась временная динамика ожидаемого значения оператора хирального смещения (наблюдаемой величины) в системе с определенной величиной беспорядка. Далее производилось усреднение по 10 независимым реализациям. При этом было рассмотрено наличие беспорядка в принципиально различных элементах системы, а именно – в собственных частотах и ангармонизме кубитов, в туннельных связях между кубитами и в амплитудах декогеренции и диссипации.

Выводы. В данной работе было численно исследовано влияние беспорядка на извлечение топологического инварианта из квантовых блужданий связанных фотонных пар в массиве туннельно-связанных кубитов. Показано, что наличие беспорядка в амплитудах туннельных связей, декогеренции и диссипации не оказывает существенного влияния на величину измеряемого топологического инварианта. В то же время, наличие беспорядка в собственных частотах и ангармонизме кубитов может приводить к изменению топологической фазы системы, что наблюдается при измерении среднего значения оператора хирального смещения.

Степаненко А.А. (автор)

Подпись

Горлач М.А. (научный руководитель)

Подпись