**Приготовление многокубитных немаксимально запутанных состояний с помощью линейно-оптической операции объединения**

***Мелкозеров А.А.1, Сайгин М.Ю.1,2, Страупе С.С.1,3, Кулик С.П.1,2***

*аспирант, 1 курс*

1Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия

*2Южно-Уральский государственный университет, лаборатории квантовой инженерии света, Челябинск, Россия*

*3Российский квантовый центр*, Москва, Россия

E–mail: melkozerov-a@yandex.ru

Запутанные состояния фотонных кубитов играют центральную роль во многих задачах квантовой обработки информации, в частности, в линейно-оптических квантовых вычислениях и квантовых сетях. Одним из наиболее перспективных современных подходов к линейно-оптическим квантовым вычислениям являются квантовые вычисления на основе слияний (FBQC) [1]. Этот подход позволяет производить отказоустойчивые квантовые вычисления при условии, что мы можем многократно выполнять два фундаментальные операции: 1) генерация небольших запутанных состояний постоянного размера, называемых ресурсными состояниями, 2) проективные запутывающие измерения, называемые слияниями. Однако создание даже простейших запутанных состояний малого числа кубитов является чрезвычайно сложной задачей в линейной оптике [2,3].

Мы предлагаем и исследуем подход к линейно-оптической генерации многокубитных немаксимально запутанных взвешенных графовых состояний [4], которые являются обобщением хорошо известных максимально запутанных кластерных состояний. Немаксимально запутанные состояния состояния малого числа кубитов могут быть сгенерированы с большей вероятностью, чем максимально запутанные [3], и являются перспективными кандидатами на роль ресурсных состояний для квантовых вычислений, так как недавние исследования, например, показывают возможность обобщение формализма стабилизатора Паули, лежащего в основе FBQC и других структур односторонних квантовых вычислений, на взвешенные графовые состояния [5].

В данной работе мы предлагаем способ генерации немаксимально запутанных состояний из состояний меньшего числа кубитов путем их «объединения» с помощью операции, аналогичной операции слияния, известной для максимально запутанных состояний [6]. В предложенной схеме генерация взвешенных графовых состояний на основе слияний оказывается более эффективной, чем генерация максимально запутанных состояний. В частности, мы показываем, что при определенных условиях вероятность успеха операций слияния может преодолеть пороги перколяции, установленные топологиями графовых состояний, и сформировать запутанное многокубитное состояние, что является необходимым условием некоторых протоколов фотонных квантовых вычислений и квантовых сетей.

**Литература**

1. Sara Bartolucci, Patrick Birchall, Hector Bombin, Hugo Cable, Chris Dawson, Mercedes Gimeno-Segovia, Eric Johnston, Konrad Kieling, Naomi Nickerson, Mihir Pant, Fernando Pastawski, Terry Rudolph, and Chris Sparrow, Fusion-based quantum computation. Nature Communications, 14(1), February 2023.
2. Sara Bartolucci, Patrick M. Birchall, Mercedes Gimeno-Segovia, Eric Johnston, Konrad Kieling, Mihir Pant, Terry Rudolph, Jake Smith, Chris Sparrow, and Mihai D. Vidrighin., Creation of Entangled Photonic States Using Linear Optics. 2021.
3. Suren A. Fldzhyan, Mikhail Yu. Saygin and Sergei P. Kulik., Programmable heralded linear optical generation of two-qubit states. 2023.
4. L. Hartmann, J. Calsamiglia, W. Dur, and H. J. Briegel., Weighted graph states and applications to spin chains, lattices and gases. Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics, 40(9):S1–S44, April 2007.
5. Mark A. Webster, Benjamin J. Brown, and Stephen D. Bartlett, The xp stabiliser formalism: a generalisation of the pauli stabiliser formalism with arbitrary phases. Quantum, 6:815, September 2022.
6. Daniel E. Browne, Terry Rudolph, Resource-efficient linear optical quantum computation. 2005.