

ОТЗЫВ

Члена диссертационного совета Казакова Александра Яковлевича на диссертацию Королева Сергея Борисовича на тему «*Многочастичные перепутанные состояния света для однонаправленных квантовых вычислений*», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 — Оптика

Диссертация С. Б. Королева посвящена исследованию многочастичных перепутанных состояний света для однонаправленных квантовых вычислений. Актуальность такого исследования определяется огромными потенциальными возможностями, которые (после своего создания) может реализовать квантовый компьютер в решении задач экспоненциального класса сложности. К таким задачам относятся, например, задачи точного моделирования квантово-механических систем, задачи оптимизации, задачи поиска и перебора и многие другие. Все они имеют большой интерес, как с точки зрения фундаментальной науки, так и с практической точки зрения.

Диссертацию условно можно разделить на две части. В первой части исследуются требования, предъявляемые к физическим системам, используемым для создания многочастичных перепутанных состояний. Такие состояния (кластерные состояния) являются основным ресурсом для проведения однонаправленных вычислений, и их создание является ключевым во всем процессе. Для описания кластерных состояний автор вводит операторы, называемые нуллифайерами. Совокупность таких операторов полностью определяет кластерное состояние с определенной конфигурацией, отвечающее определенному графу. Для анализа статистических свойств физических систем, используемых для создания кластерных состояний, Королев С. Б. формулирует и доказывает теорему, связывающую их среднеквадратичные флуктуации с флуктуациями нуллифайеров кластерного состояния. Как показал автор, этот результат дает возможность вычислить среднеквадратичные флуктуации для (относительно простых) кластерных состояний. Данная теорема совместно с критерием сепарабельности ван Лука-Фурусава позволила автору найти критерий сжатия осцилляторов, чтобы их можно было использовать для генерации кластерного состояния, соответствующего определенному графу. Кроме того, этот

результат можно использовать для оценивания возможности реализации кластерного состояния заданной структуры.

Во второй части диссертации Королев С. Б. проводит исследование однонаправленных квантовых вычислений на кластерных состояниях, соответствующих различным графам. В работе автор разделяет возможные случаи таких вычислений на несколько классов. Для каждого класса автор строит линейное алгебраическое уравнение, описывающее процесс вычислений, решает его в общем виде и находит соотношения между результатами вычислений и входными состояниями. Используя эти соотношения, автор рассматривает реализуемость основных квантовых преобразований, входящих в группу генераторов гауссовых преобразований, на кластерных состояниях различных конфигураций. В результате Королев С. Б. выявляет кластеры, пригодные для выполнения универсальных гауссовых преобразований. Используя полученный результат, автор исследует проблему ошибок однонаправленных вычислений. В работе наглядно демонстрируется то, что наименьшая ошибка достигается при вычислении на двухузловых кластерных состояниях, дополненных устройствами, выполняющими преобразование поворота квадратур.

Отметим некоторые вопросы к тексту диссертации.

1. В работе, посвященной исследованию многочастичных перепутанных состояний на основе непрерывных квантовых переменных хотелось бы увидеть развернутое сравнение возможностей дискретных и непрерывных переменных как для реализации перепутанных состояний, так и для реализации квантовых вычислений.
2. Из текста не видно, каковы требования к набору стабилизаторов (или нуллифайеров) для однозначного определения кластерных состояний.
3. Недостает подробного обсуждения критерия сепарабельности кластерных состояний, в частности, не очень понятно, каким образом можно учесть произвол в выборе канонических переменных.

Резюмируя вышесказанное хочется заключить, что Королевым С. Б. проделан большой объем работы: исследованы различные аспекты однонаправленных квантовых вычислений; выявлен критерий оценки физических систем, используемых для однонаправленных вычислений; получены выражения, связывающие

конфигурацию кластерного состояния, способ проведения вычислений и их результаты; найден способ проведения вычислений с наименьшей ошибкой. Отмеченные выше замечания к тексту не снижают ценности полученных диссертантом выводов.

Диссертация **Королева Сергея Борисовича** на тему: «Многочастичные перепутанные состояния света для однонаправленных квантовых вычислений» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 №6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель **Королев Сергей Борисович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 — Оптика. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

Д. ф.-м. н., профессор

Зав. каф. ВМИИ ВШПМ СПбГУТД

подпись

Казаков Александр Яковлевич

дата

27.08.2020

Подпись Казакова Александра Яковлевича
заверяю

Ведущий инженер отдела сотрудников
Управления кадров



Оглуздина Л.В.