

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу
Сулова Михаила Васильевича
“Полная статистика переноса квантовых
частиц, квантовая метрология и создание
запутанных состояний”,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

В диссертационной работе Сулова М. В. изучаются тесно связанные между собой актуальные проблемы – описание полной статистики переноса квантовых частиц, использование для такого описания квантовых алгоритмов счета частиц и применение этих измерительных процедур для создания квантовых запутанных состояний. Благодаря развитию современных технологий, появилась возможность создавать квантовые системы с заданными свойствами и управлять ими на масштабах нанометров. Кроме того, была понята высокая эффективность квантовых алгоритмов при решении различных задач в таких областях как факторизация больших чисел, квантовая криптография и квантовая метрология. Эти обстоятельства позволяют сделать заключение об актуальности исследований на стыке традиционной теории транспорта заряда и теории обработки и передачи квантовой информации. Исследованию этих, а также смежных проблем и посвящена диссертация М. В. Сулова, актуальность и своевременность которой не вызывает сомнений.

Основное содержание диссертации изложено в пяти главах. В диссертационной работе представлены следующие новые результаты:

В первой главе, используя формализм волновых пакетов для описания полной статистики переноса заряда взаимодействующими частицами, получены новые выражения для характеристической функции полной статистики, которые учитывают зависимость от энергии и времени процесса рассеяния, а также обменные эффекты, связанные с конечным перекрытием налетающих пакетов. Для незапутанных состояний получено описание с помощью обобщенной биномиальной статистики. Показано, что запутанные состояния могут порождать шумы, которые не описываются биномиальной статистикой.

Во второй главе проанализирован классический алгоритм счета частиц и показано, что он требует порядка N^2 измерений. Предложен новый алгоритм счета частиц, требующий $\log_2 N$ измерений. Схема содержит массив кубитов, над которым после пролета частиц проводят условные измерения, получая на выходе число частиц в двоичном виде. Показано, что этот алгоритм эквивалентен полуклассическому преобразованию Фурье. Более простой вариант этого алгоритма, не использующий условные измерения, позволяет определить степень двойки в числе N .

В третьей главе построена общая теория квантового счета в терминах различимости различных квантовых состояний. Было доказано, что для осуществления счета частиц требуется, чтобы взаимодействие частиц со счетчиком описывалось гамильтонианом с эквидистантным спектром. Продемонстрирована связь обсуждаемой процедуры счета с квантовым преобразованием Фурье.

В четвертой главе двоичный алгоритм счета обобщается на случай счета по другому основанию. Особое внимание уделяется троичному счету. Рассмотрены различные способы реализации кутритов, в том числе частица с единичным спином, трехуровневая система и эмуляция кутритов двумя кубитами. Подробно изучена возможность эмуляции кутритов двумя кубитами, рассчитаны необходимые операции для управления и измерения в системе

двух кубитов. Для кубитов доказана универсальность набора фазовых и амплитудных операторов.

В пятой главе исследуется связь алгоритма счета с известным алгоритмом оценки фазы. Показано, что алгоритм счета устойчив к случайным ошибкам и может быть применен к измерению непрерывных величин. Доказана эквивалентность полуклассического и полного квантового преобразования Фурье. Рассмотрены различные способы создания запутанных состояний и предложен способ измерения напряжения при помощи одного кубита.

Диссертация М. В. Сулова не лишена некоторых недостатков, по которым можно сделать следующие замечания:

Диссертационная работа содержит некоторое количество опечаток. Также в работе присутствуют повторы. В главах, посвященных квантовым алгоритмам, недостаточно уделено внимания состоянию дел в экспериментальной реализации данных алгоритмов. Данные замечания носят скорее стилистический характер и не влияют на высокую оценку полученных результатов.

Результаты, полученные в диссертации, имеют большую теоретическую и практическую ценность. В работе исследован новый подход к решению задачи о статистике переноса заряда, создан новый алгоритм счета частиц, разработана теоретическая база для создания различных алгоритмов счета, которые можно использовать для создания запутанных состояний, а также в квантовой метрологии. Все научные результаты, полученные в диссертации, являются новыми, обоснованными и достоверными. Основные результаты диссертации апробированы на научных конференциях и тематических научных семинарах. Результаты работы опубликованы в трех статьях автора в ведущих научных журналах из списка, рекомендованного ВАК.

Автореферат полностью и правильно соответствует содержанию диссертации. Диссертация М. В. Сулова "Полная статистика переноса квантовых частиц, квантовая метрология и создание запутанных состояний" соответствует всем требованиям ВАК

России, которые предъявляются к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.02 – теоретическая физика, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико–математических наук.

Официальный оппонент:

Доктор физико–математических наук (специальность 01.04.02 – теоретическая физика), ведущий научный сотрудник сектора теоретической радиофизики федерального государственного бюджетного учреждения науки “Физический институт им. П. Н. Лебедева” Российской академии наук.



/Манько Ольга Владимировна/
8 декабря 2016 г.

Почтовый адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинский просп., д. 53,
ФИАН

Телефон: 8(903)746 39 54

Адрес электронной почты: omanko@sci.lebedev.ru

Подпись Манько О.В. заверяю

Заместитель директора ФИАН
д. ф.-м. н.



С. Ю. Савинов