

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор по научной
работе Московского физико-технического
института (государственного университета),
Доктор технических наук, профессор



О. А. Горшков

» апреля 2015 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего профессионального образования «Московский физико-технический
институт (государственный университет)» (МФТИ)

Диссертация «Полная статистика переноса квантовых частиц, квантовая метрология и создание запутанных состояний» выполнена на кафедре теоретической физики Московского физико-технического института (государственного университета), Министерства образования и науки Российской Федерации.

В период подготовки диссертации с 2008 г. по настоящее время соискатель **СУСЛОВ Михаил Васильевич** работал на кафедре теоретической физики МФТИ в должности ассистента.

В 1982г. он окончил Московский физико-технический институт (государственный университет) по специальности «экспериментальная ядерная физика». Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2014г. в Московском физико-техническом институте (государственном университете).

Научный руководитель – доктор физико-математических наук ЛЕСОВИК Гордей Борисович. Основное место работы – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук, ведущий научный сотрудник.

По итогам обсуждения диссертации «Полная статистика переноса квантовых частиц, квантовая метрология и создание запутанных состояний» *принято следующее заключение.*

Тема диссертации является актуальной в силу того, что в последнее время в квантовой физике произошли существенные изменения: во-первых, резко выросли возможности создавать системы с заданными свойствами и детально изучать их на мезо- и нано-масштабах, во-вторых, были осознаны новые возможности чисто квантовых систем, такие, как, например, возможность факторизации больших чисел посредством знаменитого алгоритма Шора,

квантовая криптография и квантовая метрология. В данной работе изучается электронный транспорт в нано-структурах, возможность создания квантово запутанных электронных состояний с помощью специфических измерений, относящихся к так называемой квантовой метрологии. Соответствующие методы измерения могут быть применены для сверхточной регистрации ультрамалых напряжений и магнитных потоков, при этом применяются элементы квантовых алгоритмов, такие, как, например, преобразование Фурье в системе кубитов.

Цели и задачи диссертации:

1. Решение задачи полной статистики переноса заряда в формализме волновых пакетов.
2. Разработка эффективной схемы счёта квантовых частиц и создание общей теории квантового счёта.
3. Исследование возможных способов реализации кубитов и приложений разработанного квантового алгоритма счёта (создание запутанных состояний, “квантовый вольтметр”).

Основные результаты диссертации:

1. В формализме волновых пакетов воспроизведены известные и получены новые выражения для характеристической функции полной статистики переноса заряда, учитывающие энергетические зависимости и зависимость от времени в процессе рассеяния, а также обменные эффекты, обусловленные конечными перекрытиями пролетающих волновых пакетов.
2. Получена суббиномиальная статистика для незапутанных входящих состояний, в то время как, запутанные состояния могут порождать супербиномиальный (и даже суперпуассоновский) шум. Это свойство может быть использовано в качестве детектора для различения спинового синглета или триплета.
3. Описан случай с постоянным напряжением, где учитывается зависимости рассеяния от энергии и конечных времен измерения, включая совсем короткие времена измерения, на которых важен принцип запрета Паули.
4. Предложена эффективная схема счёта, в которой устройство из K кубитов измеряет количество пролетевших частиц. Схема содержит условные измерения. Более простое одновременное (а не условное) измерение кубитов позволяет узнать степень двойки в разложении числа на простые множители.
5. Сформулирована и решена задача счёта в терминах проблемы различимости различных квантовых состояний при однократном измерении. Исследована связь квантового алгоритма счёта с квантовым преобразованием Фурье, алгоритмом оценки фазы и различные возможности приборной реализации этого алгоритма.

Научная новизна работы заключается в том, что получены новые результаты в задаче полной статистики переноса заряда. Разработан эффективный алгоритм счёта частиц в задаче полной статистики переноса заряда и создана общая теория квантового счёта. Исследована связь алгоритмов счёта с квантовым

преобразованием Фурье и алгоритмом оценки фазы. Доказана универсальность двух элементарных операций. Предложена схема квантового вольтметра, которую можно реализовать при помощи одного кубита.

Практическая ценность результатов диссертации заключается в том, что предложенная общая теория квантового счёта позволяет эффективно строить различные квантовые алгоритмы и дальше развивать теорию квантовой информации. Рассмотренные в диссертации способы управления кубитами и кудитами могут быть интересны при создании квантового компьютера и других приборов, которые используют квантовую механику.

Достоверность результатов исследования обеспечена:

- строгостью и корректностью математических доказательств и рассуждений;
- совпадением результатов исследования с экспериментальными данными;
- Положения и выводы, сформулированные в диссертации, получили квалифицированную апробацию на международных и российских научных конференциях и семинарах. Достоверность также подтверждается публикациями результатов исследования в рецензируемых научных изданиях, в том числе, рекомендованных ВАК.

Обоснованность выводов и рекомендаций подтверждена:

- корректностью применения апробированного в научной практике исследовательского и аналитического аппарата;
- сопоставлением результатов исследования с данными зарубежного и отечественного опыта;
- подробными расчетами полученных выводов и закономерностей;
- подтверждением результатов экспертными оценками специалистов;
- обсуждением результатов исследования на международных и всероссийских научных конференциях;
- публикациями результатов исследования в рецензируемых научных изданиях, в том числе, рекомендованных ВАК.

Материалы диссертации опубликованы автором достаточно полно в следующих работах:

1. F. Hassler, M. V. Suslov, G. M. Graf, M. V. Lebedev, G. B. Lesovik, G. Blatter Wave-packet formalism of full counting statistics // Phys. Rev. B - 2008. - October. - Vol. 78, no 16. - P.165330.
2. G. B. Lesovik, M. V. Suslov, G. Blatter Quantum counting algorithm and its application in mesoscopic physics // Phys. Rev. A - 2010. - July. - Vol. 82, no 1. - P.012316.
3. M. V. Suslov, G. B. Lesovik, G. Blatter Quantum abacus for counting and factorizing numbers // Phys. Rev. A - 2011. - May. - Vol. 83, no 5. - P.052317.

Личный вклад соискателя в работах с соавторами заключается в следующем: [1] – вывод и вычисление основных результатов, полученных в работе; [2] – разработка эффективного алгоритма квантового счёта; [3] – постановка задачи, вывод и расчет основных результатов работы.

Основные результаты работы докладывались на следующих научных конференциях и семинарах:

1. Международная конференция «The Science of Nanostructures: New Frontiers in the Physics of Quantum Dots» (Черноголовка 2010 г.),
2. Международная конференция «Дни Ландау 2010» (Черноголовка),
3. Общественный семинар в ИФП имени Капицы (Москва),
4. Семинар отдела теоретической физики ИФТТ (Черноголовка),
5. Семинар «квантовая физика и квантовая информация» (Москва).

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.02 – теоретическая физика, в частности, пунктам:

- п. 4 – Общие вопросы квантовой механики: основы, теория измерений, общая теория рассеяния. Квантовая теория физических явлений в ядрах, атомах и молекулах.
- п. 5 – Разработка теории мезоскопических систем. Квантовая теория информации и квантовые вычисления.

Диссертация «Полная статистика переноса квантовых частиц, квантовая метрология и создание запутанных состояний» **СУСЛОВА Михаила Васильевича** рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Настоящее заключение составлено на основе обсуждения доклада М. В. Сусллова 3 апреля 2015 года. Присутствовало на заседании 32 человека. Результаты голосования: «за» – 32 чел., «против» – нет, «воздержались» – нет.

Зав. кафедрой теоретической физики МФТИ,
доктор физико-математических наук,
профессор

Ю.М. Белоусов