

Отзыв научного руководителя

д.ф.-м.н. Колачевского Николая Николаевича
о работе Сидорова Павла Леонидовича по кандидатской диссертации
«Масштабирование квантового вычислителя на ионах иттербия-171 с
использованием кудитов и быстрых квантовых вентиляей»,
представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.19 – Лазерная физика

Сидоров Павел Леонидович окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», защитив магистерскую диссертацию на тему «Методы масштабирования квантовых вычислений на ионах иттербия» в 2020 году, в том же году поступил в аспирантуру МФТИ и продолжил работу над созданием квантового вычислителя на ионах иттербия. С 2018 года по настоящее время является сотрудником Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук. Работа по подготовке материала для диссертации выполнялась в Отделе спектроскопии Отделения оптики ФИАН.

Диссертационная работа П.Л. Сидорова «Масштабирование квантового вычислителя на ионах иттербия-171 с использованием кудитов и быстрых квантовых вентиляей» посвящена исследованию масштабирования квантового вычислителя на ионах иттербия с использованием кудитов и быстрых квантовых вентиляей. Квантовые процессоры промежуточного масштаба востребованы как в области фундаментальных исследований, так и практических приложений. К первым можно отнести моделирование различных квантовых систем. Вторые включают в себя решение задач оптимизации, поиска информации, квантовой химии, фармацевтики. В работе был предложен метод оптимизации параметров лазерных импульсов для осуществления охлаждения ионов до основного колебательного состояния и выполнено численное моделирование охлаждения иона магния. Была проведена оптимизация процесса охлаждения согласно предложенному методу. Данный метод может быть использован для охлаждения ионов любого типа и позволяет достигать более низких температур ионов, что важно для проведения большинства квантовых операций. Также в рамках данной диссертационной работы было впервые предложено использование ионов

иттербия для реализации кудитов и создан квантовый процессор на двух куквартах, эквивалентный четырёхкубитному квантовому процессору. Данный результат открывает возможности для дальнейшего масштабирования ионного квантового вычислителя. Также стоит отметить, что идея использования нескольких состояний ионов иттербия для кодирования квантовой информации показала свою перспективность в дальнейших исследованиях в лаборатории оптики сложных квантовых систем. Кроме того, в работе были исследованы неадиабатические квантовые операции на ионной платформе, как один из методов её масштабирования. Наиболее подробно была изучена операция быстрого перепутывания с использованием ультракоротких по сравнению с частотой перехода лазерных импульсов. Стоит отметить, что на данный момент это единственная реализация импульсного неадиабатического запутывания. Аналитически и с помощью численного моделирования было показано присутствие когерентных эффектов в такой реализации, то есть достоверность операции зависит от длительности свободной эволюции между последовательными неидеальными спин-зависимыми толчками. Численное моделирование было также выполнено в случае присутствия нескольких ионов в массиве ловушек в одномерных и двумерной конфигурации. Показано, что при увеличении числа ионов достоверность операции запутывания асимптотически стремится к некоторому постоянному значению. Для двумерной конфигурации было изучено влияние флуктуаций интенсивности лазера на достоверность и показано, что проведение неадиабатического запутывания требует стабилизации интенсивности на уровне лучше одного процента. Все результаты, вошедшие в диссертацию, получены П.Л. Сидоровым лично, либо при его непосредственном участии.

В ходе своей работы П.Л. Сидоров показал себя как состоявшийся исследователь, способный и к самостоятельной, и к командной работе. Он продемонстрировал высокий уровень теоретической подготовки и отличные навыки экспериментальной работы. Особенно хочется подчеркнуть его квалификацию в области моделирования поведения квантовых систем. П.Л. Сидоров неоднократно представлял полученные результаты на международных и всероссийских конференциях и является соавтором 8 статей, индексируемых международными базами данных Scopus и Web of Science (из них 3 статьи лежат в основе диссертации).

Считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а П.Л. Сидоров заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 — Лазерная физика.

Директор ФИАН,
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.
Колачевский Николай Николаевич
ФИАН, 119991 Москва, Ленинский просп. 53
тел.: +7(499) 132-68-10
e-mail: kolachevsky@lebedev.ru



20 мая 2024 г.

Подпись Колачевского Николая
Николаевича заверяю:
Ученый секретарь ФИАН,
кандидат физико-математических наук
Колобов Андрей Владимирович

20 мая 2024 г.