

ОТЗЫВ

научного руководителя д.ф.-м.н., профессора Тихоновой Ольги Владимировны на диссертацию Балыбина Степана Николаевича «Динамика взаимодействия и перепутывание атомных систем с квантовыми электромагнитными полями», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика

Диссертационная работа Балыбина С.Н. посвящена актуальной проблеме современной квантовой физики — взаимодействию неклассических электромагнитных полей с атомными и наноструктурными системами. Такие исследования относятся к новому научному направлению, поскольку получение неклассических полей в эксперименте стало возможным только недавно, и их взаимодействие с атомами и наноструктурами еще очень мало изучено. Исследования в этой области также представляют значительный интерес в связи с бурным развитием квантовых технологий. Известно, что квантовая информация может кодироваться как в степенях свободы поля, так и в электронных степенях свободы в атомах и наноструктурах. Поэтому гибридные атомно-полевые системы являются крайне перспективными для различных практических приложений в области квантово-информационных технологий и квантовой метрологии высокого разрешения. Таким образом, тема диссертационной работы Балыбина С.Н. крайне актуальна.

Диссертационная работа выполнялась С.Н. Балыбиным на кафедре атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники физического факультета МГУ. Перед Балыбиным С.Н. стояла трудная задача разработки теоретического подхода для описания взаимодействия неклассических электромагнитных полей с атомными и наноструктурными системами за рамками теории возмущений и с корректным учетом полевых степеней свободы. С.Н. Балыбин прекрасно справился с поставленной задачей. В течение всего периода работы над диссертацией Балыбин С.Н. проявил ответственное отношение к работе, высокую работоспособность, самостоятельность и целеустремленность. В ходе выполнения диссертационной работы Балыбин С.Н. продемонстрировал высокую теоретическую грамотность и творческий потенциал, сочетание вдумчивого подхода с разносторонним анализом решаемых задач, способность самостоятельно решать трудные задачи.

В ходе исследования Балыбиным С.Н. обнаружены новые физические эффекты, возникающие в рассматриваемых гибридных составных атомно-полевых системах. Обнаружен эффект формирования стабильного квазиэнергетического состояния перепутанной атомно-полевой системы. Продемонстрировано эффективное наведение когерентности в атомном кубите и передача относительной фазы от полевого кубита к атомному. Обнаружен эффект интерференции различных каналов ионизации при взаимодействии атома с полевым состоянием сжатого вакуума. Важным результатом, полученным Балыбиным С.Н., является формирование негауссовских состояний электромагнитного поля, обусловленное как эффектами нелинейной фазовой самомодуляции, так и перепутанностью с атомной подсистемой в процессе взаимодействия. На основе полученных результатов им разработана схема квантового невозмущающего измерения сверхвысокой чувствительности с использованием неклассических свойств сжатого вакуума. Еще одним результатом Балыбина С.Н., крайне перспективным с практической точки зрения, является обнаруженный новый режим строго периодических атомных возбуждений, позволяющий контролируемо управлять состояниями атомно-полевой системы и перепутанностью в ней, что имеет принципиальное значение для реализации квантовых логических операций и квантовых вычислений.

Научные достижения С.Н. Балыбина отмечены рядом наград. Магистерская диссертация Балыбина С.Н. была удостоена Дипломом 1 степени в конкурсе научных студенческих работ имени Р.В. Хохлова физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в 2019 г. Балыбин С.Н. был неоднократно удостоен первой премии за лучший доклад

на Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов». Также Балыбин С.Н. принимал активное участие в реализации международных грантов РФФИ-ДФГ и РНФ-ДФГ. Помимо этого, Балыбин С.Н. также активно вовлечен в педагогическую работу и ведет семинарские занятия по общему курсу «Атомная физика» на физическом факультете МГУ с 2022 года.

Диссертационная работа С.Н. Балыбина является целостным научным исследованием, имеющим высокую теоретическую и практическую значимость и содержащим новые решения актуальных задач. Балыбиным С.Н. получен целый ряд новых и приоритетных результатов, опубликованных в 9 статьях в рецензируемых международных научных журналах и 17 в других научных изданиях и сборниках тезисов докладов на международных научных конференциях. Полученные результаты достоверны и доложены самим С.Н. Балыбиным на множестве приоритетных международных научных конференциях. Результаты несомненно являются ценным вкладом в физику гибридных атомно-полевых систем и разработку квантового атомно-полевого интерфейса на их основе. Все представленные в диссертационной работе результаты получены лично С.Н. Балыбиным или при его определяющем участии. Диссертация оформлена надлежащим образом, автореферат полностью отражает её содержание.

Считаю, что диссертационная работа С.Н. Балыбина «Динамика взаимодействия и перепутывание атомных систем с квантовыми электромагнитными полями» выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченное научное исследование, полностью соответствует специальности 1.3.6. «Оптика» и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рекомендую диссертационную работу «Динамика взаимодействия и перепутывание атомных систем с квантовыми электромагнитными полями» Балыбина Степана Николаевича к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. «Оптика».

Научный руководитель:
профессор кафедры атомной физики,
физики плазмы и микроэлектроники
физического факультета
Московского государственного
университета имени М.В. Ломоносова
доктор физико-математических наук,
профессор,

О.В. Тихонова

Дата составления отзыва: 05.03.2024

119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2
Телефон: +7 (495) 939-13-04
E-mail: ovtikhonova@physics.msu.ru

Подпись Тихоновой Ольги Владимировны УДОСТОВЕРЯЮ:

Учёный секретарь учёного совета
физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
доктор физико-математических наук, доцент

С.Ю. Стремоухов