

Отзыв

Научного руководителя на диссертацию Новикова Александра Николаевича "Нелинейные эффекты в динамике многокомпонентного конденсата Бозе-Эйнштейна", представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - "теоретическая физика" в диссертационный совет Д 720.001.01 ЛТФ им. Н.Н. Боголюбова ОИЯИ

В настоящее время физика ультрахолодных газов и атомных конденсатов Бозе-Эйнштейна (КБЭ) в ловушках является одной из ведущих и наиболее быстро развивающихся направлений современной науки. Это обусловлено уникальной возможностью широко и с высокой точностью менять на эксперименте свойства системы, в частности, взаимодействие между атомами. Кроме того, здесь возникают многочисленные интересные аналогии с другими квантовыми системами. В результате физика КБЭ стала уникальным инструментом развития различных аспектов квантовой теории (квантовая интерферометрия и информатика, аналогии с эффектом Джозефсона в сверхпроводниках, новые методы квантового контроля и др.) и приложений (особо точные интерферометры, криптография, перспективы квантового компьютера). В частности, большой интерес вызывает разработка новых протоколов переноса заселенности состояний (включая транспорт КБЭ) и аналогия этих процессов с эффектом Джозефсона в сверхпроводниках. Особое значение здесь имеют нелинейные эффекты, обусловленные взаимодействием между атомами КБЭ. С одной стороны, эти эффекты существенно усложняют изучение процессов перехода и нередко препятствуют самому переходу. С другой стороны, именно нелинейность задачи обогащает физику процесса и вносит в него новые интересные элементы, например, динамические режимы типа макроскопического квантового самоудержания.

Разработке оптимальных протоколов для транспорта КБЭ и исследованию нелинейных эффектов в данных процессах и посвящена диссертация А.Н. Новикова. В качестве типичных систем рассмотрены ловушки из 2-х и 3-х потенциальных ям, разделенных барьерами. Под транспортом понимался полный перенос (туннелирование) заселенности из одной потенциальной ямы в другую за счет изменения параметров ловушки, например, сдвигом барьера. Ставилась задача получить полный, быстрый и качественный переход. Для численных расчетов использовалось нелинейное зависящее от времени 3-мерное уравнение Гросса-Питаевского. Проблема анализировалась как приближенно (двух-модовая аппроксимация, факторизованный параметр порядка), так и в рамках реалистического подхода (единый параметр порядка, инициирование и контроль процесса в соответствии с экспериментальными методиками и параметрами).

В рамках данных исследований А.Н. Новиковым был получен ряд новых

интересных результатов. Во первых, была изучена эволюция основных динамических режимов (осцилляции Джозефсона и макроскопическое квантовое самоудержание) при переходе от слабой к сильной туннельной связи фракций КБЭ. Было показано, что при сильной связи оба режима сводятся к высокочастотным дипольным осцилляциям. Далее были рассмотрены различные аспекты влияния нелинейности на транспорт. Несмотря на то, что нелинейные эффекты часто препятствуют транспорту, для ловушки из 2-х ям были разработаны достаточно универсальные методы (обобщение перехода Ландау-Ценера), где нелинейность, наоборот, способствует транспорту, приводя к появлению широкого диапазона возможных скоростей процесса. В результате процесс переноса заселенности может ускоряться на 3 порядка. Данные протоколы работают как для отталкивающего, так и притягивающего взаимодействия. Будучи сначала развиты в двух-модовом приближении, они затем были подтверждены в реалистических расчетах. Была продемонстрирована аналогия рассмотренных процессов со стационарным и нестационарным эффектами Джозефсона. Для ловушки из 3-х ям был проведен детальный анализ транспорта КБЭ методом стимулированного рамановского адиабатического перехода (СТИРАП). Полученные результаты опубликованы в 6 рецензируемых журнальных работах, многократно докладывались А.Н. Новиковым на международных конференциях. Результаты отмечены хорошей цитируемостью и интересом со стороны экспериментаторов.

За время работы над диссертацией А.Н. Новиков показал себя высококвалифицированным специалистом, глубоко овладевшим предметом исследований и необходимым теоретическим и вычислительным багажом. Следует отметить, что А.Н. Новикову была поставлена весьма нетривиальная научная задача, требующая широких знаний из разных областей физики, и справился он с этой задачей на очень хорошем уровне. Им был проделан большой объем работы и получены важные научные результаты. Диссертация А.Н. Новикова представляет замкнутый цикл исследований и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. А.Н. Новиков несомненно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

Научный руководитель,
ведущий научный сотрудник ЛТФ,
доктор физико-математических наук

В.О. Нестеренко

Подпись В.О. Нестеренко удостоверяю.
Ученый секретарь ЛТФ

С.Н. Неделько

18.09.2014

