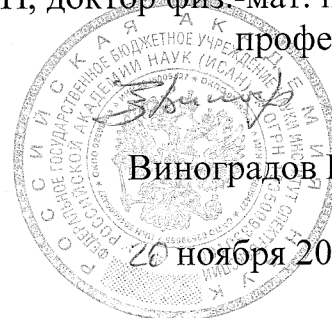


“Утверждаю”
директор Федерального
бюджетного учреждения науки
Институт спектроскопии
Российской академии наук
член-корр. РАН, доктор физ.-мат. наук,
профессор



Виноградов Е. А.

20 ноября 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации **НОВИКОВА Александра Николаевича** “Нелинейные эффекты в динамике многокомпонентного конденсата Бозе-Эйнштейна”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика в диссертационный совет Д 720.001.01 на базе Объединенного института ядерных исследований

Современная физика конденсата Бозе-Эйнштейна (КБЭ) крайне разнообразна и имеет множество направлений фундаментальных и прикладных исследований. Развитие методов квантового контроля, а также исследование процессов квантовой интерферометрии и информатики тесно связано с динамикой КБЭ в ловушке, состоящей из нескольких потенциальных ям. В основе такой динамики лежит туннельное прохождение частиц, которое может проявляться как в виде осцилляций заселённости, так и контролируемого транспорта. В обоих случаях огромный вклад в динамику вносит нелинейность, связанная с межатомным взаимодействием в КБЭ. Таким образом, для выполнения ряда современных исследований важно систематическое знание туннельной динамики КБЭ, а также наличие эффективных методов переноса заселённости, позволяющих осуществлять контролируемый транспорт атомов КБЭ между потенциальными ямами ловушки.

Данные проблемы рассматривались в представленной диссертации. Новиковым А.Н. была исследована трансформация основных динамических режимов туннелирования отталкивающего КБЭ в двойной потенциальной яме (ДПЯ) при переходе от слабой к сильной связи между левой и правой фракциями конденсата, а также возможности контролируемого транспорта в условиях нелинейности. Полученные результаты представляют как методический, так и практический интерес. Впервые проведено систематическое исследование эволюции основных динамических режимов, а также предложена универсальная транспортная схема для КБЭ в ДПЯ. Выполненное исследование, несомненно, интересно для широкого круга специалистов, работающих в области квантового контроля КБЭ, квантовой интерферометрии и информатики. Таким образом, можно с уверенностью сказать, что **актуальность** данной диссертационной работы, а также её **научная и практическая ценность** не вызывают сомнений.

Новизна результатов очевидна. Диссертантом впервые показано, что переход от слабой к сильной связи между левой и правой фракциями конденсата в ДПЯ характеризуется трансформацией осцилляций Джозефсона и макроскопического квантового самозахвата в режим высокочастотных осцилляций. Предложенная схема транспорта КБЭ в ДПЯ (обобщенный переход Ландау – Зинера) позволяет реализовать успешный перенос заселённости взаимодействующего конденсата в широком диапазоне скоростей процесса. Установлено благоприятное влияние нелинейности на процесс переноса, а также универсальность предложенных схем. Проведено сравнение транспорта с эффектом Джозефсона.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы. **Во введении** сформулированы проблемы, определяющие цели работы и обоснована актуальность исследуемых проблем.

Первая глава является вводной и даёт читателю общее представление о физике КБЭ.

Вторая глава посвящена описанию туннельной динамики КБЭ в ДПЯ, особое внимание уделено роли нелинейности. Рассмотрены основные динамические режимы туннелирования КБЭ в ДПЯ: осцилляции Джозефсона и макроскопический квантовый самозахват, представлены их характеристики и условия возникновения. Далее следуют оригинальные результаты по систематическому исследованию эволюции основных динамических режимов КБЭ в ДПЯ при переходе от слабой к сильной связи между его компонентами. Автором показано, что данный переход характеризуется

результатом диссертанта является исследование влияния нелинейности на процесс переноса, в частности выявление максимальных значений нелинейности и асимметрии потенциала, позволяющих реализовать транспорт.

В заключении резюмируются основные результаты исследования, соответствующие положениям, выдвигаемым на защиту.

Диссертация представляет законченное научное исследование актуальных вопросов нелинейной динамики конденсата Бозе-Эйнштейна в ловушке. Текст изложения чёткий, понятный. Автор уместно приводит ссылки на используемую литературу, что говорит о его хорошем знании материала. В основном, результаты представлены с использованием графиков. В тексте присутствуют незначительные грамматические ошибки, что не искажает научную составляющую диссертации.

Автореферат правильно отображает содержание диссертации.

Стоит отметить, что диссертация не лишена недостатков, отмечу следующие замечания:

1) В параграфе 2.2 рассматриваются недостатки двухмодового приближения. А именно, решение уравнения Гросса-Питаевского в рамках данного приближения имеет физический смысл только при ограниченном числе частиц, что подразумевает режим слабой связи между фракциями конденсата. Это ограничение подтверждается приведённой аналитической оценкой. Далее упоминается ряд альтернативных методик (теория связанных мод, многомодовое приближение, обобщённое двухмодовое приближение), позволяющих выйти за рамки данных ограничений. В диссертации присутствует фраза «При этом, данные методики также имеют характерные недостатки», которая далее не раскрывается. Считаю, что диссертанту следовало кратко упомянуть не только недостатки двухмодовой модели, но и альтернативных методик.

2) Оригинальные результаты, представленные в диссертации, получены для КБЭ в двойной и тройной потенциальной яме. В диссертации также анализируется сходство между двухуровневой системой и двойной потенциальной ямой, но при этом не обсуждается, насколько полученные результаты применимы к двухуровневой системе.

3) Наличие нелинейных эффектов, представленных в диссертации, предполагает, что увеличение химического потенциала приводит к

соответствующему росту проницаемости потенциально барьера. Очевидно, что это имеет место для гладкого барьера (типа Гауссиана) и неприменимо, например, для прямоугольного барьера. Считаю, что автору стоило указать эту особенность.

Сделанные выше замечания не влияют на общую высокую оценку диссертации, и имеют скорее характер пожеланий для последующей работы.

Результаты диссертации являются существенным вкладом в область изучения коллективных состояний и транспортных свойств бозе-конденсированных систем.

Обоснованность полученных результатов обусловлена применением современных численных методик и подходов, отработанных при решении аналогичных задач. Представленные в диссертации результаты согласуются с теоретическими и экспериментальными данными, полученными другими авторами, что подтверждает их **достоверность**.

Результаты диссертации могут быть использованы при проведении дальнейших экспериментальных и теоретических исследований в области физики КБЭ, проводимых в российских (МГУ, ФИАН, Институт теплофизики СО РАН, ИТФ РАН) и зарубежных научных центрах.

Можно с уверенностью сказать, что рассматриваемая работа полностью удовлетворяет всем требованиям "Положения о порядке присуждения учёных степеней", утверждённого Постановлением № 842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор Новиков Александр Николаевич, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Отзыв заслушан и одобрен на заседании лаборатории спектроскопии наноструктур Института спектроскопии РАН.

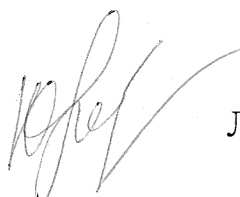
Протокол № 1 от "19" ноября 2014 г.

Заведующий лабораторией

спектроскопии наноструктур

Института спектроскопии РАН

профессор



Лозовик Ю.Е.