

В І Д Г У К
офіційного опонента

на дисертацію Ісаєвої Карини Олександрівни
“Стійкі когерентні структури в Бозе-конденсатах атомарних газів”,
на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика

На протязі значної частини минулого століття в фізиці домінував лінійний підхід, одним з основних принципів якого є принцип лінійної суперпозиції: довільна лінійна комбінація розв'язків є також розв'язком. Цей підхід є дуже плідним в багатьох випадках, однак він не в змозі описати властивості цілого ряду важливих фізичних систем, де нелінійність приводить до принципово нових явищ. Дослідження одного з таких явищ, нелінійної локалізації енергії і пов'язане з нею виникнення стійких просторових структур: солітонів і вихорів, займає чільне місце у рецензованій дисертації. Ця локалізація є результатом співіснування в системі просторової дисперсії та нелінійності. Значна частина рецензованої дисертації присвячена дослідженню солітонів в багатокомпонентних атомарних газах. Конкуренція між притягальною та відштовхувальною взаємодіями між атомами різних типів приводить до якісно нових цікавих явищ.

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків і списку використаних джерел. У вступі сформульована мета наукових проблем, яким присвячена дисертація, обґрунтована їх актуальність, дана оцінка наукової новизни, достовірності та практичної цінності отриманих в ній результатів, а також розкритий особистий вклад дисертанта.

В першому розділі К. О. Ісаєва дає короткий огляд основних властивостей Бозе-конденсатів атомарних газів та їх практичного застосування. Наводяться основні теоретичні відомості про Бозе-конденсати (БЕК) та їх основні стани та нелінійні збудження в пастках різної природи. Цікавим і корисним, на мою думку, є розділ про чисельні методи, що використовує автор в своїх дослідженнях.

Розділи 2-5 представляють результати оригінальних досліджень автора. В другому розділі досліджуються солітони в двохкомпонентних БЕК в аксіально симетричних пастках. При дослідженні просторових структур в атомарних БЕК основна увага приділяється двохкомпонентним БЕК з різними типами міжкомпонентної взаємодії. Тут автором проаналізовані стаціонарні двовимірні солітон-солітонні пари. Суттєвим кроком є знайдення областей стабільності двовимірних векторних солітонів

відносно колапсу та різних мод збурень для різних типів міжкомпонентної взаємодії.

В третьому розділі К. О. Ісаєва досліджує стабільність надплинних потоків в спірних БЕК в тороїдальній оптичній пастці для різних комбінацій спінових станів БЕК. Показано, що для БЕК з антипаралельними спінами ($m=+1,-1$) характерне просторове розділення компонент і руйнування надплинного потоку. В той же час в БЕК з $m=1,0$ можливе існування стабільного надплинного потоку. Цікавим і важливим є спостереження, що топологічний заряд надплинного потоку квантовано зменшується в часі, що приводить до його повної зупинки.

В розділі 4 досліджуються ефекти перемішування в динаміці БЕК в тороїдальних пастках. Досліджені різні режими генерації вихрових станів. Частина результатів, отриманих в даному розділі, знайшла своє підтвердження в експериментах. Цікавим є висновок, що лінійний аналіз стійкості дає особливо хороше узгодження з результатами чисельного моделювання для високих швидкостей обертання бар'єру.

Дослідженню стохастичних ефектів в динаміці БЕК присвячений розділ 5 дисертації. Тут автором запропоновано наближений енергетичний аналіз проковзування фази. Визначено енергетичний бар'єр, що розділяє стани з нульовим та ненульовим орбітальним моментом і його залежність від частоти обертання оптичного бар'єру. Теплові ефекти вивчаються в рамках наближеного рівняння Фокера-Планка.

На жаль, дисертація К. О. Ісаєвої не вільна від недоліків:

1. В розділі 1 на стор. 29 стверджується, що момент імпульсу (1.10) зберігається. Я не згодний з цим твердженням: зберігання тієї чи іншої компоненти моменту імпульсу залежить від симетрії потенціалу $V(r)$.
2. В розділі 2 на стор. 55 стверджується, що компоненти імпульсу P_x і P_y є інтегралами руху для рівнянь (2.6), (2.7). Я не згодний з цим твердженням: при наявності потенціалу $V(r) \neq 0$ зберігається лише P_z .
3. Варіаційний параметр δ не визначено. Він з'являється тільки в рівнянні (2.18) як δ_j .
4. Не зрозуміло, як можна говорити про параметр спінової поляризації P_z для системи (3.11), де немає компоненти $m_f=0$.
5. Ефективне рівняння Фокера-Планка (5.19), що описує теплові ефекти в БЕК, з'явилося зненацька. Автор не приводить жодних фізичних мотивацій для нього.

Ці зауваження ні в якому разі не знижують позитивного враження від дисертації. В цілому дисертаційна робота К. О. Ісаєвої являє собою оригінальне і актуальне дослідження, яке виконане на високому науковому рівні, і важливі практичні результати якого поєднуються з методологічними.

Результати дисертації К. О. Ісаєвої добре та достатньо широко апробовані і опубліковані в престижних наукових вітчизняних та закордонних журналах. Я не маю сумніву, що дисертація К. О. Ісаєвої цілком відповідає вимогам МОН України, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика

Завідувач відділу теорії нелінійних процесів в конденсованих середовищах Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор



Підпис Ю. Б. Гайдідей
засвідчую:
Зав. відділу кадрів
« 4 » 12 2017 р.

Ю. Б. Гайдідей

3 грудня 2017 р.