

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Добуш Оксани Андріївни «Рівняння стану коміркової моделі плину», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.04.02 – теоретична фізика.

Дисертаційна робота присвячена розвитку теоретичних моделей, що дозволяють якісно описати фазову поведінку та процес фазового переходу першого роду в широкому діапазоні зміни термодинамічних параметрів, а також в безпосередньому околі критичної точки.

**Актуальність обраної теми.** Вивчення фазової поведінки рідинних систем важливе з огляду на можливості їхнього практичного застосування, зокрема в надкритичній області. Незважаючи на досить значний теоретичний та експериментальний доробок у вивченні процесів фазових переходів першого роду, наразі ще немає теорії, яка б описувала такі процеси виключно на мікроскопічному рівні опису, включаючи як критичну область температур, так і широкий діапазон температури та густини. Дисертаційна робота Добуш О. А. в рамках єдиного підходу (методу колективних змінних) розвиває запропоновану Юхновським І. Р. теорію фазового переходу першого роду поблизу критичної точки. Особливістю підходу, який використовується в даній дисертації є використання особливої системи відліку, що запропонована Добуш О. А. спільно із науковим керівником. Одержані результати в цілому добре пояснюють експериментальні дані та дають можливість прогнозувати наперед визначені властивості речовин. Це становить інтерес як для експериментальних досліджень і практичних застосувань, так і для розвитку теоретичних підходів. Тому актуальність наукової роботи Добуш О. А. не викликає сумніву.

Дисертаційна робота виконана у відділі статистичної теорії конденсованих систем Інституту фізики конденсованих систем Національної академії наук України. Рукопис складається зі вступу, розділу із оглядом літератури, трьох оригінальних розділів, основних висновків, переліку використаних джерел та кількох додатків. Зміст дисертації викладено на 179

сторінках друкованого тексту, з них 148 сторінок – основний текст. Список використаних джерел містить 138 найменувань.

У **першому розділі** проведено огляд літератури, в якому розглянуті відомі методи опису фазової поведінки. Подано сучасний стан та результати експериментальних досліджень, обґрунтовано актуальність проблеми, вказано об'єкт досліджень, викладено мету і завдання досліджень, описано методи отримання рівняння стану рідинних систем з використанням феноменологічних підходів. Значну увагу приділено також огляду теоретичних методів, включаючи ренормгруповий підхід до опису критичної області.

У **другому розділі** сформульовано коміркову модель плинну, яка використовується впродовж всієї дисертаційної роботи для опису фазового переходу першого роду в однокомпонентних системах у формалізмі великого канонічного ансамблю. У розділі здійснено точний розрахунок великої статистичної суми неперервної системи із взаємодією Кюрі-Вейса. Важливим результатом є отримання рівняння стану такої системи, встановлення існування в ній каскаду фазових переходів першого роду, а також дослідження залежності значень критичної температури від зміни відношення відштовхувальної компоненти взаємодії до притягальної.

У **третьому розділі** запропоновано два способи розрахунку великої статистичної суми коміркової моделі плинну у просторі колективних змінних задля опису фазового переходу першого роду моделі із ґратковим аналогом потенціалу взаємодії Морзе. Отримано точне представлення великої статистичної суми цієї моделі в формалізмі колективних змінних. У наближенні типу молекулярного поля досліджено поведінку системи в наближенні моделі  $\rho^4$ . Отримано явну аналітичну форму рівняння стану, що справедливе для широкої області температури. Представлено криві співіснування, ізотерми тиску та діаграму стану коміркового плинну Морзе.

**Четвертий розділ** присвячений розвитку аналітичного підходу до розрахунку рівняння стану коміркової моделі плинну у надкритичній області, використовуючи множину колективних змінних та перетворення ренормалізаційної групи. Математичний опис з урахуванням флуктуацій

параметра порядку виконано в околі критичної точки на основі моделі  $\rho^4$ . Крім універсальних величин, розраховані значення критичних показників кореляційної довжини (температурний та польовий), отримано рівняння для знаходження значення критичної температури моделі. Побудовано криву ізотермічної стисливості як функції густини. Також зображено лінію екстремумів стисливості у надкритичній області. У роботі проведено порівняння отриманих координат критичної точки для натрію та калію із даними комп'ютерних симуляцій та експерименту.

Усе сказане вище свідчить про те, що в дисертаційній роботі О. А. Добуш розв'язано важливу задачу, що пов'язана з вивчення закономірностей процесу фазової поведінки ряду модельних систем, включаючи надкритичну область температур.

**Практичне значення результатів дисертаційної роботи для науки і практики** визначається тим, що вони можуть бути використані в прикладних дослідженнях та розробках. Зокрема проведені дослідження вказують на конкретні параметри, які мають визначальний вплив на поведінку системи в надкритичній області.

**Достовірність результатів та ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків.** Про достовірність та обґрунтованість основних наукових положень та висновків свідчить застосування адекватних теоретичних моделей, використання математичного апарату, зокрема методу перевалу, апробованих методів теоретичної фізики. З огляду на це, маю всі підстави вважати результати дисертаційної роботи О. А. Добуш достовірними та обґрунтованими.

**Апробація та повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях.** Опубліковані праці повно відображають зміст дисертації, результати досліджень та висновки, що висунуті на захист. Всі результати доповідалися на українських та міжнародних наукових конференціях. Таким чином вважаю, що результати дисертації достатньо добре апробовані. Число публікацій відповідає вимогам, встановленим Міністерством освіти і науки України.

### **Зауваження щодо змісту дисертаційної роботи та автореферату.**

1. На жаль, у роботі не приведено фізичної інтерпретації отриманих в другому розділі результатів математичного розрахунку коміркової моделі плинну. З однієї сторони отримання точного розв'язку моделі є досягненням, однак питання подальшого використання отриманих виразів обговорено не в повній мірі.
2. Серед розглянутих в дисертаційній роботі взаємодій основна увага приділена потенціалу Морзе. Відсутні інші типи потенціалів, які активно використовуються при описі рідинних систем. Було б добре з'ясувати що буде давати запропонований підхід для інших типів потенціалу взаємодії.
3. Мало уваги приділено в роботі визначенню величини критичної області. Зокрема, отримано лінію Відома, однак не вказано наскільки далеко від критичної точки вона розповсюджується. Чи можна говорити про її закінчення для високих температур .
4. Деякі висновки до окремих розділів подані в анотаційному вигляді.

Однак наведені вище зауваження не мають принципового характеру та не знижують цінності отриманих у дисертації результатів, їх практичної доцільності та не ставлять під сумнів достовірність та обґрунтованість основних положень, що виносяться на захист. Загалом, дисертаційна робота написана на високому науковому рівні, грамотно, із зрозумілими висновками.

**Відповідність встановленим вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій.** Вважаю, що дисертаційна робота Добуш О. А. є завершеним теоретичним дослідженням, що виконане на високому науковому рівні та представляє як науковий, так і практичний інтерес. Основні результати дисертації викладено у 15 наукових працях, з яких 5 статей опубліковано у фахових вітчизняних та іноземних наукових журналах, з них 3 статті індексуються наукометричною базою даних Scopus. Аналіз публікацій дає підставу стверджувати, що всі основні положення дисертації повною мірою опубліковано й апробовано на вітчизняних і міжнародних конференціях. Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертації. Структура

дисертації та автореферату повною мірою відповідає вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій та спеціальності 01.04.02 – «теоретична фізика».

На підставі викладеного вище можна стверджувати, що дисертаційна робота Добуш Оксани Андріївни «Рівняння стану коміркової моделі плинуну» за актуальністю, новизною, практичним значенням, обсягом та завершеністю виконаних досліджень відповідає всім вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій, а її авторка заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика.

Академік НАН України,  
завідувач кафедри молекулярної фізики  
фізичного факультету  
Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка,  
доктор фізико-математичних наук,  
професор



Л. А. Булавін

ПІЛІС ЗАСІДНИЧ  
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАРІАТ  
КАРАУЛЬНА  
05.09

