

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
ДУДКИ Максима Леонідовича
“Критичні властивості магнетиків: вплив структурного безладу,
анізотропії, фрустрацій”,
представленої на здобуття наукового ступеня
доктора фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.04.02 — теоретична фізика

Дисертаційна робота М.Л. Дудки присвячена вивченню статичних та динамічних критичних властивостей магнетиків, які характеризуються наявністю структурного безладу, анізотропії, фрустрацій. Добре відомо, що критичні явища в фізичних системах мають властивість універсальності: різні системи можуть мати однакову критичну поведінку (зокрема, однаковий набір статичних та динамічних критичних показників). Важливою задачею теорії критичних явищ є опис цих класів універсальності, а також їх зміну при наявності додаткової взаємодії, пов'язаної з анізотропією, безладом та фрустрацією, які наближують базові прості моделі статистичної фізики до більш реалістичних моделей. Основним методом вивчення таких систем в дисертаційній роботі є метод теорії ренорм-груп.

У роботах М.Л. Дудки детально і ретельно вивчено сучасний стан задач, що досліджувались, належним чином враховано та процитовано відповідні публікації інших науковців, що працюють у даній галузі. Отримані результати проаналізовано та порівняно з результатами інших авторів.

Дисертаційна робота є об'ємною та містить дослідження різних фізичних систем, які здійснюються різноманітними методами, головним з яких є метод ренорм-групи. Огляд сучасного стану досліджень дано у

Розділі 1, а нові наукові результати викладані у Розділах 2–7.

У Розділі 2 дисертації досліджено критичну поведінку d -вимірних n -компонентних магнетиків з протяжними ϵ_d -вимірними домішками. Через просторову анізотропію така система описується двома кореляційними довжинами, перпендикулярною і паралельною до напрямку орієнтації протяжних домішок з різними критичними показниками. Показано, що динамічна критична поведінка теж модифікується: часи релаксації в напрямках перпендикулярному і паралельному до протяжних домішок мають різну поведінку.

Розділ 3 присвячено вивченню критичної поведінки магнетиків з випадковою анізотропією. Показано, що для критичних властивостей таких систем велике значення має розподіл випадкового векторного поля одиничних векторів, яке задає анізотропію. В дисертаційній роботі досліджено можливості фазових переходів у випадках гіперкубічного та тримодального розподілів.

У Розділі 4 описані результати досліджень магнетиків у випадку існування величин, які зберігаються. Наявність таких величин змінює якісно динамічні критичні явища.

У Розділі 5 вивчається критична поведінка двовимірної моделі Ізінга з наявним безладом, якій ефективно описується включенням чотирьохферміонної взаємодії з константою, пропорційної до концентрації домішок. Також у цьому розділі розглянуто двовимірну модель Ашкіна–Теллера з N_i “кольорами”, яку можна розглядати як сукупність N_i моделей Ізінга з попарною чотирьохферміонною взаємодією між моделями. Показано, що додавання безладу в таку модель описується тією самою універсальною поведінкою як в двовимірній моделі Ізінга зі скорельованим безладом.

Розділ 6 присвячено вивченню мультикритичної поведінки для моделі анізотропного магнетика у зовнішньому магнітному полі, прикладеному вздовж осі анізотропії. У такому випадку n -компонентний пара-

метр порядку розщеплюється на два, що діють в ортогональних підпросторах розмірностей n_1 та n_2 ($n = n_1 + n_2$). Така модель має $O(n_1) \oplus O(n_2)$ симетрію. Залежно від глобальних параметрів системи мультикритичну поведінку можуть описувати три нерухомі точки ренорм-групи: гайзенбергівська нерухома точка, біконічна нерухома точка та незв'язна нерухома точка. У дисертаційній роботі проаналізовано умови стійкості цих точок для різних значень розмірності простору d та розмірностей n_1, n_2 .

В останньому Розділі 7 досліджуються магнетика з неколінеарним впорядкуванням, які реалізується у гелімагнетиках та шаруватих фрустрованих магнетиках на трикутній ґратці. Вони описуються в теорії поля моделлю з матричним параметром порядку та симетрією $O(n) \times O(m)$ з фізичною реалізацією для $m = 2$ та $n = 2$ і $n = 3$. Аналіз критичної поведінки, зокрема встановлення роду фазових переходів, здійснюється методами як пертурбативної ренорм-групи, так і сучасним методом непертурбативної ренорм-групи.

Дисертаційна робота, в цілому, написана якісно, але зустрічаються дрібні описки. До змісту дисертації є одне незначне побажання:

1. В Розділі 5 дисертації досліджується критична поведінка двовимірних моделей Ізінга та Ашкіна–Теллера з безладом. Відомо, що двовимірна конформна теорія поля є дуже потужним методом для опису двохвимірних критичних явищ. Було б цікаво зрозуміти результати, отримані в дисертаційній роботі, з точки зору мови та методів конформної теорії поля.

Це побажання не впливає на загальну високу оцінку дисертаційної роботи і може розглядатись як задача для подальших наукових досліджень.

Робота має теоретичний характер. Отримані результати і запропоновані методи можна використати у подальших дослідженнях статичних та динамічних критичних явищ в магнетиках з різноманітними дефектами, які дозволяють описувати реалістичні системи.

Усі основні результати, які визначають наукову новизну дисертаційної роботи й виносяться на захист, одержані автором самостійно. Вони є новими, достовірними та пройшли достатню апробацію на наукових семінарах та конференціях. Основні результати роботи опубліковано у 21 статті в провідних міжнародних журналах з теоретичної та математичної фізики. Автореферат вірно і повно відображає зміст дисертації.

Вважаю, що дисертація “Критичні властивості магнетиків: вплив структурного безладу, анізотропії, фрустрації” містить важливі наукові результати з теорії критичних явищ, задовольняє вимогам пп. 9, 10, 12, 13, 14 “Порядку присудження наукових ступенів” (Постанова Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 зі змінами) щодо докторських дисертацій, а її автор Дудка Максим Леонідович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 — теоретична фізика.

Офіційний опонент

завідувач лабораторії теорії інтегрованих систем

відділу математичних методів в теоретичній фізиці

Інституту теоретичної фізики

ім. М.М. Боголюбова НАН України, м. Київ

доктор фіз.-мат. наук,

старший науковий співробітник



М.З. Іоргов

