

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Герасимчука Ігоря Вікторовича

«Нелінійні локалізовані стани в структурованих середовищах»,

що подана на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук

за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика

Дисертаційна робота Герасимчука Ігоря Вікторовича присвячена актуальній проблемі сучасної нелінійної фізики: дослідженням нелінійних локалізованих станів та їх властивостей у структурованих середовищах різної фізичної природи та різного типу.

У дисертації з єдиних позицій, на основі нелінійного рівняння Шредінгера та його варіантів, рівняння Едвардса та Гросса-Пітаєвського, розглянуто цілий спектр задач нелінійної фізики, що мають безпосереднє відношення до нелінійної оптики, фізики конденсованого стану та фізики полімерів. Для розв'язування цих задач дисертант використовує сучасний апарат теоретичної фізики. А отримані результати свідчать про розуміння автором суті нелінійних явищ, яким знайдено адекватне пояснення.

Поставлені дисертантом задачі безумовно **актуальні** і знаходяться на передньому краї сучасної нелінійної фізики.

Особливо слід наголосити на важливості дослідження мультишарової магнітної структури, оскільки магнітні мультишари є унікальною магнітною системою, поведінку якої в наближенні середнього поля ймовірно можна описувати як ланцюжок класичних спінів, зв'язаних обмінною взаємодією.

Хочу підкреслити актуальність здобутих дисертантом результатів і у проблемах вивчення адсорбції (локалізації) полімерів на структурованих поверхнях та в системах інтерфейсів, які є вкрай важливими для розуміння механізмів адсорбції полімерів та у технологічних застосуваннях.

Актуальність роботи підтверджується також тим, що дослідження, які становлять основний зміст дисертації, було проведено у відповідності з тематичними планами науково-дослідних робіт Інституту магнетизму НАН України та МОН України, частково в Національному технічному університеті України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” та Національному авіаційному університеті: «Ефекти самоорганізації в системі метал-електроліт в постійному магнітному полі» (№ державної реєстрації 0106U002466); «Вилучення іонів важких металів із стічних вод за допомогою магнітокерованої біосорбції» (№ державної реєстрації 0106U007362); «Дослідження функціональних властивостей наномасштабних структур в сильно градієнтних магнітних полях» (№ державної реєстрації 0108U007292); «Екологія,

енергетика та зміна клімату Землі» (№ державної реєстрації 0109U000172); «Магнітна структура та електрична рушійна сила феромагнітних гальванічних елементів в магнітному полі» (№ державної реєстрації 0109U001601); «Дослідження характеру локалізації полімерних ланцюжків в періодичних структурах» (№ державної реєстрації 0110U000213); «Ефекти післядії і вплив електромагнітного поля на структурні і транспортні характеристики функціональних елементів наноелектроніки» (№ державної реєстрації 0112U001914); «Розробка методики вимірювання геометричних, магнітних і електричних характеристик нанобульбашок, які формуються в слабких електролітних парамагнітних розчинах» (№ державної реєстрації 0114U00877); «Фазові стани типу «електроліт-електроліт» поблизу феромагнітних поверхонь в умовах впливу зовнішніх магнітних полів, полів розсіювання електродів та електрохімічних реакцій» (№ державної реєстрації 0115U000895); «Вплив електричного та магнітного полів на високочастотні та морфологічні властивості магнітнихnanoструктур» (№ державної реєстрації 0115U002716); «Розробка та дослідження магнітних та магнітоелектричних елементів пристрій на основі багатошарових композиційних ферит-п'єзоелектричних структур» (№ державної реєстрації 0115U003536); «Вплив електромагнітного поля на структуру, оптичні і електрохімічні характеристики парамагнітних рідких кристалів і розчинів» (№ державної реєстрації 0116U002331).

Мету дисертаційної роботи можна вважати досягнутою в межах поставлених автором задач. Дисертація Герасимчука І. В. складається з семи розділів. Список використаних джерел досить повно відображає інформаційний фундамент, на якому дисертант побудував свою роботу. Розділи органічно пов'язані поміж собою.

Наукова новизна одержаних результатів. Всі результати, які сформульовані у пункті “Наукова новизна” та виносяться на захист, є новими і базуються на своєчасно опублікованих автором наукових працях в провідних світових і вітчизняних фахових виданнях.

Не повторюючи всіх висновків роботи, хотів би відзначити декілька найбільш цікавих та важливих результатів представленої дисертації:

1. Автором теоретично обґрунтовано, що у довгохвильовому наближенні має місце локалізація нелінійних спінових хвиль у шаруватих магнітних структурах з дефектним магнітним шаром (плоским магнітним дефектом). З'ясовано властивості та умови стійкості локалізованого магнітного стану у тришаровій магнітній структурі. У спектрі малих збуджень солітонного стану існує мода коливань його центру тяжіння відносно магнітного шару. Запропоновано узагальнення даного підходу для вивчення локалізації

- малоамплітудних спінових хвиль у мультишарових магнітних структурах.
2. Автором доведено, що при розповсюдженні нелінійних хвиль у фокусуючому ангармонічному середовищі уздовж системи двох паралельних тонких дефектних площин, які відштовхують хвилю, нелінійний хвильовий потік локалізується, головним чином, в області між відштовхуючими хвиллю дефектними площинами, які моделюють межі розділу оптичних середовищ (інтерфейси). На основі аналізу граничних випадків показано, що існує критичне значення частоти, за якої розв'язок змінює свій характер: хвилевий потік починає “виходити” з області між дефектними площинами.
 3. Автором теоретично визначено характер адсорбції (локалізації) полімерних ланцюжків у системі двох проникних інтерфейсів у рамках наближення середнього поля з урахуванням взаємодії виключеного об'єму у випадках локалізованого стану (з нульовою концентрацією полімеру на нескінченості) та фіксованої концентрації полімеру на нескінченості. Розроблено аналітичний метод знаходження та аналізу характеристик полімерної системи з двома проникними інтерфейсами у випадку локалізованого стану шляхом введення нових масштабних змінних у стані насичення системи, що дало змогу отримати універсальні залежності для характеристик системи. Автором вперше аналітично та чисельно знайдено силу взаємодії між інтерфейсами у стані насичення та доведено, що ця сила є суто силою тяжіння, яка монотонно прямує до нуля із збільшенням відстані між інтерфейсами.
 4. Автором встановлено характер адсорбції реальних полімерних ланцюжків у системі двох жорстких поверхонь (інтерфейсів), які є непроникними для полімеру. У стані насичення аналітично знайдено силу, що діє між непроникними інтерфейсами завдяки зв'язку інтерфейс-полімер, і показано, що ця сила є силою тяжіння, як і в системі двох проникних інтерфейсів.

Основні результати і висновки дисертаційної роботи є новими і науково обґрунтованими, що було забезпечене використанням дисертантом комплексу сучасних і апробованих методів теоретичної та, зокрема, нелінійної фізики, чисельних методів дослідження та порівнянням одержаних в дисертаційній роботі результатів з відповідними теоретичними та експериментальними літературними даними.

Хочу особливо підкреслити високий науковий рівень здобутих у дисертаційній роботі результатів, про що свідчить рівень наукових журналів, в яких опубліковано результати дисертації: Physical Review Letters, Physical Review E, Journal of Physics: Condensed Matter, J. Phys. Chem. B, Nanoscale Research Letters тощо. Про високий науковий рівень дисертанта свідчить і те, що у п'яти наукових статтях, опублікованих за результатами дисертації, I.B. Герасимчук є одноосібним

автором.

Окремо слід відмітити високоякісний літературний огляд до дисертації, який повністю охоплює всі розділи дисертаційної роботи, а кожне посилання точно відповідає зазначеному описанню до нього. Всі посилання в тексті дисертації на літературні джерела обґрунтовані та вичерпні, у повній мірі відповідають тематиці роботи.

Одержані в дисертації результати мають **важливe практичne значення** для багатьох галузей сучасної фізики, зокрема, нелінійної фізики та нелінійної оптики, фізики мультишарових магнітних матеріалів, фізики полімерів, Бозе-Ейнштейнівської конденсації, джозефсонівських контактів тощо. Хочу окремо підкреслити важливість вивчених механізмів адсорбції полімерів для біофізичних та біологічних застосувань.

Результати дисертаційної роботи І.В. Герасимчука з **достатньою повнотою висвітлені** в 65 наукових працях, зокрема, в 23 наукових статтях у провідних світових і вітчизняних фахових виданнях, в 1 навчальному посібнику з нелінійної фізики та в (41) матеріалах і тезах доповідей для міжнародних наукових конференцій і симпозіумів.

Матеріали дисертаційної роботи пройшли **добру апробацію**, неодноразово доповідались та обговорювались на престижних міжнародних конференціях, симпозіумах і семінарах з відомими фахівцями в області теоретичної фізики, нелінійної оптики, фізики полімерів.

Дисертація ґрунтовно написана і оформлена відповідно до стандартів. Але поряд з досить вагомими результатами є деякі недоліки, відносно яких можна зробити наступні зауваження:

1. У розділах 2 і 4 використовується “комбінована” дельта-функція, що включає лінійну і нелінійну складові. Оскільки на практиці не завжди вдається однозначно встановити характер дефекту, ідея наявності одночасно лінійної і нелінійної частин в описі дефектів представляється дуже продуктивною. Це і зрозуміло, бо з теоретичної точки зору легко отримати граничні випадки лінійної і нелінійної дельта-функції, а з практичної – з’ясувати ступінь впливу лінійності-нелінійності на характеристики дефекту. Однак, ця ідея реалізована не до кінця. Дисертант захоплюється дослідженням знаків “комбінованої” дельта-функції, тобто питаннями тяжіння до дефекту і відштовхування від нього, і не цікавиться спiввiдношенням величин лінiйної i нелiнiйnoї частин, що важливо в експериментi i технологiчних застосуваннях.

На жаль, ідея використання “комбінованої” дельта-функція не отримала подальшого розвитку в дисертації, наприклад, в розділах 3 і 7, де, на мiй погляд, її застосування було б доречним.

2. У розділі 3 аналізується лише один варіант зміни матеріальних параметрів багатошарової структури – зміна одноосної анізотропії, перпендикулярної шарам структури, і, на жаль, не аналізуються зміни інших матеріальних параметрів, наприклад, намагніченості.
3. При дослідженні стійкості локалізованих станів автор використовує критерій Вахітова-Колоколова. З матеріалів дисертації не зовсім зрозуміло, чому не використовуються класичні методи дослідження стійкості таких станів, наприклад, метод Ляпунова або Лайтхілла.

Проте хочу відзначити, що зазначені зауваження ніяк не знижують наукової цінності дисертації та її високої загальної оцінки.

Дисертаційна робота І.В. Герасимчука є **завершеною науковою працею**, яка містить **нові науково обґрунтовані результати**. В дисертації розв'язано важливу проблему сучасної нелінійної фізики: побудовано теоретичні моделі нелінійних локалізованих станів у структурованих середовищах різної фізичної природи та різного типу, в неоднорідних дефектних середовищах і періодичних структурах.

На підставі викладеного вище вважаю, що дисертаційна робота Герасимчука Ігоря Вікторовича «Нелінійні локалізовані стани в структурованих середовищах» повністю відповідає вимогам МОН України щодо докторських дисертацій, а сам здобувач, Герасимчук Ігор Вікторович, безумовно заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика.

Офіційний опонент:

член-кореспондент НАН України,
доктор фізико-математичних наук, професор
головний науковий співробітник
Інституту металофізики
ім. Г. В. Курдюмова НАН України

В. Б. Молодкін

Підпис члена-кореспондента НАН України
Молодкіна В. Б. засвідчує

Учений секретар
Інституту металофізики
ім. Г. В. Курдюмова НАН України
кандидат фізико-математичних наук



Є. В. Кочелаб