

ВИСНОВОК

наукового керівника щодо виконання
індивідуального плану виконання освітньо-наукової програми
підготовки доктора філософії та роботи над дисертацією

Геращенко Надії Олексіївни

**«Вплив гідродинамічних мод на коливання тіл у
надплинних розчинах ^3He – ^4He »,**

яка подається на здобуття ступеня доктора філософії

з галузі знань 10 – «Природничі науки»

за спеціальністю 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Геращенко Надія Олексіївна у 2021 році закінчила навчально-науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна та вступила до аспірантури кафедри комп'ютерної фізики навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики. Навчальна складова індивідуального плану виконання освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії Геращенко Н.О. виконана вчасно та у повному обсязі.

Робота Геращенко Н.О. над темою дисертації розпочалася з вивчення процесів випромінювання хвиль та дисипації енергії, які виникають при коливаннях кварцових камертонів у надплинному гелії та його розчинах. За останні двадцять років кварцові камертони стали не лише об'єктом дослідження, а й потужним інструментом для вивчення різноманітних властивостей гелію, таких як випромінювання першого та другого звуку, процеси теплопровідності та в'язкості, а також стали використовуватися як прецизійний датчик температури. Експериментальні спостереження цих явищ проводилися у широкому діапазоні температур та тиску, проте результати спостережень ще не отримали повного теоретичного опису.

Перші дослідження Надії були спрямовані на розв'язання задач щодо коливань густини та тиску з метою визначення умов, за яких коливання твердої стінки збуджують перший звук у надплинному гелії та звук у надкритичному гелії. Вона також обчислила внески цих процесів до формування резонансів під час коливань закритих камертонів.

Також, однією із задач, що біли поставлені перед Геращенко Н.О. на першому етапі досліджень, було пояснення спостережуваних явищ, що виникають в експерименті, а також обґрунтування необхідності проведення нових експериментів. Зокрема, на цьому етапі роботи Геращенко Н.О. вдалося пояснити експериментально спостережуване збудження стоячих хвиль коливань тиску камертоном, а також розглянути появу і властивості

резонансів залежно від температури та тиску гелію. Результатом цього етапу стало побудова моделі, яка описує фізичні властивості резонансних явищ, що спостерігалися експериментально.

На другому етапі роботи Геращенко Н.О. було проведено дослідження задач, пов'язаних із збудженням першого та другого звуків у надплинному гелії та звукових хвиль в надкритичному гелії за допомогою коливань твердої стінки. Вона проаналізувала коливання тиску, ентропії та швидкості для визначення умов, за яких коливання твердої стінки ефективно збуджують різні типи звукових хвиль. Як практичне застосування, було проведено розрахунки впливу цих процесів на формування резонансів під час коливань закритих камертонів. В результаті, Надії вдалося дослідити збудження хвиль тиску та ентропії за допомогою камертону, а також вивчити залежність властивостей резонансів від температури та тиску гелію.

Усі ці дослідження проводились у рамках гідродинамічного наближення, тобто Геращенко Н.О. виходила з рівнянь гідродинаміки, у яких дисипативні коефіцієнти були феноменологічними величинами. Тому на наступному етапі роботи було поставлено завдання визначити явний вигляд дисипативних коефіцієнтів в рамках кінетичної мікроскопічної теорії. Це дозволило отримати явні вирази для коефіцієнтів дифузії, теплопровідності та термодифузії для розчинів ізотопів гелію. Більше того, в рамках запропонованого підходу, вдалося отримати явний вигляд коефіцієнта самодифузії домішок у твердих розчинах ^3He - ^4He та продемонструвати відповідність розрахункових результатів експериментальним даним.

Проведені попередні дослідження дозволили перейти до задач збудження коливань у надплинних розчинах з не малою концентрацією ^3He , для яких значна частина експериментальних даних була неочікуваною та непоясненою. У цій частині досліджень Геращенко Н.О. вивчала збудження концентрації та температури в першій і другій звукових хвилях за довільної концентрації ^3He . Розв'язавши загальну систему гідродинамічних рівнянь, Надія вивела дисперсійні співвідношення для першого та другого звуків, дисипативних теплових хвиль та визначила співвідношення між амплітудами всіх гідродинамічних параметрів у цих режимах. Це дозволило розглянути проблему втрати енергії через коливальну стінку та утворення резонансів у всіх режимах, а також отримати співвідношення між амплітудами, які визначають втрати енергії як у тепловій хвилі, так і в звуковій хвилі другого звуку. Отримані результати показали, що врахування дисипативного режиму дозволяє пояснити зникнення резонансів другого звуку, спостережених в експерименті. Здобуті співвідношення показали, що при певних значеннях параметрів розчину, коливання ентропії, характерні для другого звуку,

відсутні, натомість збуджуються коливання температури та концентрації, властиві дисипативному режиму. Таким чином, енергія коливань камертона розсіюється в тепловій хвилі і не збуджує стоячу хвилю другого звуку.

На заключному етапі Геращенко Н.О. вперше отримала явні вирази для амплітуд концентраційних та температурних збурень, викликаних коливаннями твердої стінки в гелії. Отримані співвідношення, зокрема, дозволяють визначити області температур та концентрацій, де внесок дифузійної моди в випромінювання енергії може бути порівняним з внеском другого звуку. Виявилось, що саме в таких областях проводилися експерименти з вивчення загасання камертону в розчинах. Розрахунки, виконані Надією, підтвердили, що спостережувана в експерименті різниця в ослабленні відкритого та закритого камертонів може бути зумовлена зменшенням випромінювання другого звуку та наявністю дисипативної дифузної хвилі.

При проведенні досліджень також було виявлено, що результати дисертації, які стосуються розповсюдження енергії одночасно в дисипативній хвилі за рахунок теплопровідності та в звуковій хвилі другого звуку, можуть використані для створення нових ефективних шляхів розповсюдження тепла в наноструктурах. Це пояснюється нещодавнім відкриттям наявності в наноматеріалах, зокрема в графенах, другого звуку, який аналогічний тому, що є надплинному гелію. Таким чином, отримані в дисертації результати будуть використанні для опису речовин з другим звуком для відведення тепла від нагрівальних елементів обчислювальних пристроїв або елементів для перетворення енергії, що могло б вирішити проблему теплового балансу в таких пристроях.

Під час навчання в аспірантурі Геращенко Н.О. здобула низку компетентностей, необхідних для успішної дослідницької діяльності. Серед них — здатність до самостійного формулювання та розв'язання наукових завдань, уміння аналізувати і застосовувати сучасні фізичні теорії, навички підготовки та виконання науково-дослідних проєктів, планування і реалізації обчислювальних експериментів, а також ефективне використання інформаційних технологій у дослідженнях.

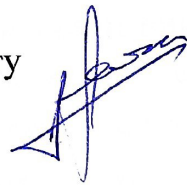
Про високий рівень вміння Геращенко Н.О. оприлюднювати наукові результати та її володіння англійською мовою свідчить публікація чотирьох статей у міжнародних журналах, які входять до наукометричної бази Scopus, а також численні презентації на міжнародних конференціях. Вона зарекомендувала себе як талановитий, працьовитий і вдумливий дослідник з глибокими науковими знаннями та сильними аналітичними здібностями.

Вона активно займається викладацькою діяльністю та робить вагомий внесок у наукове та громадське життя кафедри та університету.

Дисертаційна робота Геращенко Надії Олексіївни на тему «Вплив гідродинамічних мод на колювання тіл у надплинних розчинах $^3\text{He} - ^4\text{He}$ » на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – «Природничі науки» за спеціальністю 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали» є самостійною, завершеною науковою працею, що відрізняється високим теоретичним і практичним рівнем. У її межах отримано нові, науково обґрунтовані результати, які в сукупності вирішують одну з важливих проблем фізики. Зокрема, робота присвячена дослідженню колювальних процесів у конденсованих середовищах, що стосується фундаментальних питань фізики квантових рідин, а також практичних аспектів, пов'язаних із переносом та обміном тепла в наноструктурах. Висновки, сформульовані аспіранткою, характеризуються обґрунтованістю, достовірністю та забезпечують значний теоретичний і практичний внесок у розвиток науки.

Вважаю, що наукова складова індивідуального плану роботи Геращенко Надії Олексіївни виконана повністю та на високому рівні.

Науковий керівник,
доктор фізико-математичних наук, професор
завідувач кафедри комп'ютерної фізики
ННІ комп'ютерної фізики та енергетики
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна



Костянтин НЕМЧЕНКО

Підпис Костянтина Немченка засвідчую
Начальник відділу кадрів
Харківського національного університету
імені В. Н. Каразіна



Олена ГРОМИКО