

ЗАТВЕРДЖУЮ

ТВО директора

ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України

д.ф.-м.н., проф.



О. В. Долбин

18 липня 2024 р.

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації на здобуття ступеня доктора філософії з
галузі знань 10 «Природничі науки»
за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія»
ЛЕГИ Олександра Олександровича
«НЕСТАЦІОНАРНІ ПРОЦЕСИ В ПРОСТОРОВО-
НЕОДНОРІДНИХ НАДПРОВІДНИХ СТРУКТУРАХ В
НАДВИСОКОЧАСТОТНОМУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ»**

**Витяг з протоколу № 7
від 18 липня 2024 р.**

фахового семінару-спільного засідання Наукової Ради з проблеми «Електронні властивості провідних та надпровідних систем» Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України та відділу надпровідних і мезоскопічних систем Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України

Головує – Голова Наукової ради з проблеми «Електронні властивості провідних та надпровідних систем» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, доктор фіз.-мат. наук, професор, головний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії Колесніченко Ю. О.

Секретар - вчений секретар Наукової Ради з проблеми «Електронні властивості провідних та надпровідних систем» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, доктор фіз.-мат. наук, провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії Андрієвський В. В.

Присутні члени Наукової Ради з проблеми «Електронні властивості провідних та надпровідних систем» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, наукові співробітники відділу надпровідних і мезоскопічних структур ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, фахівці та аспіранти ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України та ХНУ ім. В.Н. Каразіна:

- Андрієвський Володимир Васильович, д.ф.-м.н., с.н.с., провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Бондаренко Станіслав Іванович, д.т.н., професор, провідний науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Гречнев Геннадій Євгенович, д.ф.-м.н., професор, головний науковий співробітник відділу магнітних і пружних властивостей твердих тіл
- Долбин Олександр Вітольдович, д.ф.-м.н., професор, заступник директора з наукової роботи
- Золочевський Іван Васильович, д.ф.-м.н., с.н.с., провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Камарчук Геннадій Васильович, д.ф.-м.н., професор, завідувач відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- Касаткін Олександр Леонідович, д.ф.-м.н. с.д., провідний науковий співробітник відділу надпровідності Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України
- Колесніченко Юрій Олексійович, д.ф.-м.н., професор, головний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Микитик Григорій Петрович, д.ф.-м.н., с.н.с., провідний науковий співробітник відділу теоретичної фізики
- Сіренко Валентина Анатоліївна, д.ф.-м.н., професор, провідний науковий співробітник відділу магнітних і пружних властивостей твердих тіл
- Славін Віктор Валерійович, д.ф.-м.н., с.н.с., завідувач відділу теоретичної фізики
- Соловйов Андрій Львович, д.ф.-м.н., професор, провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Степаненко Дмитро Іванович, д.ф.-м.н., доцент, провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної мікроскопії
- Цзян Юрій Миколайович, д.ф.-м.н., професор, провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Шевченко Сергій Миколайович, д.ф.-м.н., професор, завідувач відділу надпровідних і мезоскопічних структур

- Багрова Ольга Миколаївна, д.ф., молодший співробітник відділу теоретичної фізики
- Бенгус Сергій Володимирович, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Біляєв Євгеній Юрійович, к.ф.-м.н., старший науковий співробітник мікроконтактної спектроскопії
- Бобров Микола Львович, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Глушук Микола Іванович, к.ф.-м.н., заступник директора з наукової роботи
- Гордієнко Едуард Юрійович, к.т.н., науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Ільїнська Ольга Олександрівна, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу теоретичної фізики
- Квітницька Оксана Євгенівна, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу мікроконтактної мікроскопії
- Коверя Валентин Петрович, к.ф.-м.н., старший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Козлов Ігор Веніславович, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Кулініч Сергій Іванович, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу теоретичної фізики
- Легенька Анастасія Олександрівна к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу магнітних і пружних властивостей твердих тіл
- Люль Максим Пеьрович, д.ф., молодший співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Ляхно Валерій Юрійович, к.т.н., старший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Панфілов Анатолій, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу магнітних і пружних властивостей і твердих тіл.
- Сиваков Олександр Георгійович, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Степанов Віктор Борисович, д.ф., науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Терехов Андрій Валерійович, к.ф.-м.н., с.д., завідувач відділу мікроконтактної спектроскопії
- Турутанов Олег Георгійович, к.ф.-м.н., с.д., старший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Федорченко Олексій Віталійович, к.ф.-м.н., завідувач відділу магнітних і пружних властивостей твердих тіл

- Христенко Євгеній Васильович, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу мікроконтактної мікроскопії
- Колінько Олександра Євгенівна, провідний інженер відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Кревсун Олександр Вікторович, молодший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Похила Андрій Степанович, молодший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Шустакова Галина Володимирівна, молодший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Фоменко Юлія Вікторівна, молодший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Кофман Поліна Олегівна, аспірант відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Піддубний Тимофій Юрійович, аспірант відділу молекулярної біофізики
- Рижов Артем Ігорович, аспірант відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Черкашин Владислав Ігорович, аспірант ХНУ ім. В.Н. Каразіна

Усього: докторів наук – 15, кандидатів наук/докторів філософії – 21, без наукового ступеня – 9. У тому числі фахівців із галузі науки, що відноситься до спеціальності дисертації: докторів наук – 13, кандидатів наук – 17, без наукового ступеня – 8. Присутні 24 з 31 члена Наукової Ради з проблеми «Електронні властивості провідних та надпровідних систем» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України та 14 з 16 наукових співробітників відділу надпровідних і мезоскопічних структур ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України.

СЛУХАЛИ:

Апробацію дисертації «Нестационарні процеси в просторово-неоднорідних надпровідних структурах в надвисокочастотному електромагнітному полі» аспіранта ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України Олександра Леги, який виступив з науковою доповіддю та представив основні наукові результати дисертації.

У доповіді Олександра Лега обґрунтував актуальність теми, сформулював мету і завдання дослідження, його наукову новизну, практичну і теоретичну значимість, розповів зміст і структуру роботи, його основні результати і методи їх отримання, підсумував доповідь висновками.

В обговоренні взяли участь:

– науковий керівник, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

відділу надпровідних і мезоскопічних структур Ляхно В. Ю. (*виступ позитивний*).

- науковий керівник, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач відділу надпровідних і мезоскопічних структур Шевченко С.М. (*виступ позитивний*).
- доктор фіз.-мат. наук, професор, провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії Соловйов А. Л. . (*виступ позитивний*).
- кандидат фіз.-мат. наук, с.д., старший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур Турутанов О. Г. (*виступ позитивний*).
- кандидат фіз.-мат. наук, с.д., завідувач відділу мікроконтактної спектроскопії Терехов А. В. (*виступ позитивний*);
- доктор фіз.-мат. наук, професор, заступник директора з наукової роботи Долбин О. В. (*виступ позитивний*);

Також ставили запитання та прийняли участь в обговоренні роботи:

- доктор фіз.-мат.наук, професор, зав.відділу Камарчук Г.В.;
- доктор техн. наук, професор, п.н.с. Бондаренко С.І.;
- доктор фіз.-мат.наук, с.д., п.н.с. Касаткін А.А.

На всі поставлені питання доповідач надав змістовні та обґрунтовані відповіді. Виступаючі відмітили актуальність теми дослідження, новизну і значну наукову цінність отриманих результатів, її практичну значимість та зазначили, що робота виконана самостійно і відповідає всім вимогам на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

На підставі доповіді здобувача, відповідей на запитання учасників фахового семінару, наукової дискусії та обговорення дисертації учасниками фахового семінару, спільне зібрання дійшло **ВИСНОВКУ**:

1. Дисертація Олександра Олександровича ЛЕГИ «Нестационарні процеси в просторово-неоднорідних надпровідних структурах в надвисокочастотному електромагнітному полі», що подається на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» є цілісною та завершеною науковою працею теоретичного характеру на актуальну тему, виконаною на високому рівні.

Дисертацію підготовлено у Фізико-технічному інституті низьких температур ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України.

Тему дисертаційної роботи О.О. Леги було затверджено на засіданні Вченої ради ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 15 грудня 2020 року (протокол № 11). Уточнена редакція назви дисертаційної роботи О.О. Лега було

затверджена на засіданні Вченої ради ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 13 березня 2024 року (протокол № 2).

Науковим керівником О.О. Леги було призначено кандидата фіз.-мат. наук, с.н.с., старшого наукового співробітника відділу надпровідних і мезоскопічних структур ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України О.П. Журавля (наказ директора ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 23.09. 2020 р. № 113-ОД). Однак, у зв'язку із передчасною кончиною О.П. Журавля, О.О. Лезі були призначені нові наукові керівники: доктор фіз.-мат. наук, проф. С.М. Шевченко (наказ директора ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 22.08. 2023 р. № 102-ОД) та кандидат технічних наук В. Ю. Ляхно (наказ директора ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 15.03. 2024 р. № 25-ОД).

Дослідження, які склали основу дисертаційної роботи, проводились в рамках тематичного плану ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України за науково-дослідними роботами відомчої тематики: «Надпровідні і мезоскопічні мікроструктури та прилади сучасної квантової електроніки на їх основі» (номер державної реєстрації 0117U002291, шифр Ф 16-14, термін виконання 2017 – 2021 рр.), «Квантові нано-розмірні надпровідні системи: теорія, експеримент, практична реалізація» (номер державної реєстрації 0122U001503, шифр Ф 16-15, термін виконання 2022 – 2026 рр.).

Частина дисертаційної роботи була виконана за підтримки гранту Volkswagen Foundation, Німеччина, в рамках проекту «Фазочутливе зображення поширення мікрохвильового сигналу в надпровідних метаматеріалах», (реєстраційний номер Az97768, термін виконання 2019-2022 рр.).

Частина дисертаційної роботи була виконана за підтримки гранту Magnetism for Ukraine 2023, Україна, в рамках проекту «Development of Magnetic Coupling Readout Based on a Flux Qubit with RF SQUID for Nonlinear Quantum Magnonics» (реєстраційний номер 9918, термін виконання 2023-2024 рр.).

2. Актуальність теми дослідження.

Актуальність дисертаційних досліджень зумовлена, перш за все, перспективою використання надпровідних мікросхем в якості базових елементів кріогенної електроніки нового покоління. Зокрема, пристроїв квантової метрології та квантових обчислень, надчутливих детекторів, магнітометрів та штучних атомів (так званих «мета-атомів» в двовимірному середовищі площинних метаматеріалів).

Розуміння фізики електродинамічних нестационарних процесів мікроскопічного формування та механізмів просторового перетворення структури мікрохвильового відгуку надпровідними системами, само по собі, є

фундаментальною проблемою фізики надпровідності та, в той же час, є ключовим для успішної реалізації численних прикладних застосувань.

Дослідження, що виконувалися в ході дисертаційної роботи, безпосередньо пов'язані з цими завданнями і стосуються вивчення впливу надвисокочастотного електромагнітного поля на надпровідні структури, а саме: структуровані надпровідні тонкі плівки, спіральні резонатори та високочастотні надпровідні квантові детектори (НКВІДи).

В тонких плівках процес руйнування надпровідності під впливом транспортного струму і надвисокочастотного (НВЧ) поля супроводжується розвитком нестационарних, і, здебільшого, нелінійних процесів. Надпровідні спіральні резонатори, в першу чергу, цікаві можливістю застосування в метаматеріалах з особливими властивостями, як то «керована прозорість» в певних діапазонах електромагнітних хвиль («стелс» покриття), наприклад. Проблема керування поведінкою таких метаматеріалів під впливом опромінення вимагає розуміння надвисокочастотної електродинаміки таких структур.

З іншого боку, резонаторні структури використовують і для побудови систем зчитування різноманітних високочутливих детекторів. Завдяки можливості використання індуктивного зв'язку з контуром одноконтактного високочастотного НКВІДу такі системи стали одним з пріоритетних напрямків розвитку квантової електроніки з особливою нелінійністю. Зокрема, ВЧ НКВІД може бути основою системи з квантованими енергетичними рівнями типу потокового кубіту чи кутріту, або бути задіяним у схемах зчитування у детекторах квантового рівня чутливості. Крім того, ВЧ НКВІДи можуть бути окремим складовим елементом метаматеріалу.

Таким чином, дослідження можливостей керування параметрами роботи НКВІДу та пристосування його характеристик до нагальних потреб у конкретній задачі завдяки прикладенню допоміжного НВЧ поля становить дуже актуальне завдання.

Слід відмітити, що в дисертаційній роботі О.О. Лега для дослідження складних електродинамічних процесів в надпровідниках використовувалися унікальний метод низькотемпературної лазерної скануючої мікроскопії та метод індуктивного вимірювання амплітудно-частотних характеристик ВЧ НКВІДу резонансним методом. В роботі, вперше була продемонстрована методика для дослідження просторового розподілу фазових характеристик мікрохвильових струмів у надпровідниках, яка становить окремий інтерес для подальших досліджень та застосувань.

Таким чином, можна з впевненістю стверджувати, що дослідження поведінки надпровідників у надвисокочастотному полі, яким присвячена

дисертаційна робота О.О. Леги, є вельми актуальними та становлять значний інтерес як для фундаментальної науки, так і з точки зору прикладних застосувань.

3. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх новизна.

У дисертаційній роботі вперше отримано наступні результати:

- *Вперше* здійснена візуалізація резистивного переходу зі зміною струму в надпровідній структурі з поздовжньо неоднорідним поперечним перерізом і неоднорідною густиною струму, а саме містка Даєма, за допомогою просторово-роздільного методу низькотемпературної лазерної скануючої мікроскопії. Виявлено, що резистивний стан надпровідника з утворенням ліній проковзування фази притаманний не лише квазіодномірним тонким плівкам, а й двовимірним структурам.

- *Вперше* виявлено перехід надпровідної тонкої плівки до нормального стану через дискретні нормальні локалізовані домени, які виникають і множаться під дією транспортного струму в сильних надвисокочастотних електромагнітних полях. Виявлені явища були продемонстровані за допомогою методу низькотемпературної лазерної скануючої мікроскопії.

- *Вперше* запропоновано та розроблено фазочутливий режим методу високочастотної низькотемпературної лазерної скануючої мікроскопії. За допомогою цього методу отримано унікальні фазочутливі зображення просторового розподілу екрануючих мікрохвильових струмів у надпровідному спіральному резонаторі. Показано, що надвисокий контраст зображення локалізованих втрат створюється безпосередньо в резонансному контурі надпровідного метаатома в результаті нелінійного амплітудно-модульованого змішування розповсюдженого надвисокочастотного несучого сигналу (надпровідного струму) з синхронізованим по фазі локальним збудженням сфокусованого лазерного зонда. Розроблений метод був використаний для вивчення стоячих хвиль у надпровідному спіральному резонаторі до 38-ї резонансної моди.

- *Вперше* виявлено посилення анізотропії екрануючих струмів надпровідника зі збільшенням індексу власного режиму резонансного збудження спірального резонатору.

- *Вперше* було показано, що зміни потужності надвисокочастотного поля ефективно трансформують характеристики високочастотних НКВІДів від гістерезисного режиму роботи до безгістерезисного. Виявлено, що в процесі цієї трансформації на амплітудно-частотній характеристиці цих пристроїв

спостерігаються області з коефіцієнтами перетворення, що перевищують класичне значення для гістерезисного режиму.

4. Достовірність результатів та обґрунтованість положень і висновків дисертаційної роботи.

Наукові положення, що виносяться на захист, строго обґрунтовані та добре узгоджуються із сучасними уявленнями в області надпровідної електроніки, а їх достовірність забезпечується високим рівнем та тісним зв'язком із сучасними експериментальними дослідженнями у цій галузі. Здобувач особливу увагу приділив перевірці всіх експериментальних результатів.

Загалом, наукові положення, що виносяться на захист, логічним чином витікають із матеріалів, викладених в дисертації, які пройшли незалежне рецензування та опубліковані у наукових фахових журналах, які включено до міжнародних наукометричних баз Web of Science та Scopus, тому їх достовірність не викликає сумнівів.

Всі основні результати дисертації та їх інтерпретація неодноразово обговорювалися на вітчизняних і міжнародних наукових конференціях і семінарах у кількох наукових центрах.

5. Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувача в публікації.

Основні положення дисертації опубліковано у п'яти наукових працях, серед яких **три** статті у міжнародних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз (Scopus, Web of Science) і відноситься до квартілю Q3. Також результати дисертації додатково відображені у **п'яти** тезах конференцій.

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:

публікації у міжнародних виданнях,

що входять до міжнародних наукометричних баз:

1. **A. A. Leha**, A. P. Zhuravel, A. Karpov, A. V. Lukashenko, A. V. Ustinov. Phase-resolved visualization of radio-frequency standing waves in superconducting spiral resonator for metamaterial applications. *Low Temperature Physics*, 48 (2), 104–112 (2022) Q3.

<https://doi.org/10.1063/10.0009288>

2. V. I. Shnyrkov, V. Yu. Lyakhno, O. A. Kalenyuk, D. G. Mindich, **A. A. Leha**, A. P. Shapovalov. Control of the effective value of the critical current of the RF SQUID

by the high-frequency electromagnetic field. *Low Temperature Physics*, 50 (6), 497–501 (2024) Q3.

<https://doi.org/10.1063/10.0026089>

3. O. G. Turutanov, A. G. Sivakov, **O. O. Leha**, A. S. Pokhila, A. E. Kolinko and M. Grajcar, “Some aspects of the resistive-to-normal state transition caused by direct and microwave currents in superconducting thin films with phase slip lines”, *Low Temperature Physics*, 50 (4),. 289–298, (2024) Q3.

<https://doi.org/10.1063/10.0025294>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

4. **A.A. Leha**, A.P. Zhuravel, A. Karpov, A.V. Lukashenko, A.V. Ustinov, “Phase-Resolved Visualization of Radio Frequency Standing Waves in Superconducting Spiral Resonator for Metamaterial Applications”, II International Advanced Study Conference “Condensed Matter & Low Temperature Physics 2021” (CM<P 2021), 6-12 June, 2021, Kharkiv, Ukraine, Abstracts, p. 227 (2021).
5. **A.A. Leha**, A.P. Zhuravel, A. Karpov, A.V. Ustinov, “Phase Sensitive Imaging of Microwave Signal Propagation in Superconducting Metamaterials”, 2021 IEEE 11th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (NAP-2021), 5-11 September, 2021, Odesa, Ukraine, Abstracts, SNMS-A-03 (2021).
6. **A.A. Leha**, A.P. Zhuravel, A.V. Ustinov, “Technological Limitations and Performances of Superconducting Metamaterial: Laser Scanning Microscopy Analysis”, III International Advanced Study Conference “Condensed Matter & Low Temperature Physics 2023” (CM<P 2023), 5-11 June, 2023, Kharkiv, Ukraine, Online, Abstracts, p.227 (2023).
7. V.I. Shnyrkov, V.Yu. Lyakhno, O.G. Turutanov, **O.O. Leha** “Control of the effective value of β_L parameter in an RF SQUID by the high-frequency electromagnetic field”, IV International Conference “Condensed Matter & Low Temperature Physics 2024” (CM<P 2024), 3-7 June, 2024, Kharkiv, Ukraine, Online, Abstracts, p. 235 (2024).
8. V. Yu. Lyakhno, O. G. Turutanov, **O. O. Leha**, “Control of the effective value of β_L parameter in an RF SQUID by the high-frequency electromagnetic field for application in RF SQUID based metamaterials”, accepted by the XII International Conference "Nanotechnologies and Nanomaterials" (NANO-2024), 24-28 August, 2024, Uzhhorod, Ukraine, Abstracts, p.41 (2024).

Результати дисертаційної роботи повністю відображено у публікаціях. Постановка задач, розглянутих у статтях 1-3 належать науковим керівникам. Усі результати, включені до дисертації, були отримані автором особисто, з

використанням консультацій наукових керівників за необхідністю. Дисертаційна робота не містить елементів плагіату.

6. Апробація матеріалів дисертації.

Отримані у дисертаційній роботі результати обговорювалися та доповідалися на наступних міжнародних конференціях та семінарах:

1. II International Advanced Study Conference “Condensed Matter & Low Temperature Physics 2021” (CM<P 2021) (June 6-12). Kharkiv, Ukraine, 2021, доповідь.

2. 2021 IEEE 11th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (NAP-2021) (September 5-11). Odesa, Ukraine, 2021, poster.

3. III International Advanced Study Conference “Condensed Matter & Low Temperature Physics 2023” (CM<P 2023), (June 5-11). Kharkiv, Ukraine, 2023, доповідь.

4. IV International Advanced Study Conference “Condensed Matter & Low Temperature Physics 2024” (CM<P 2024) (June 3-7). Kharkiv, Ukraine, 2024, доповідь.

5. Accepted by the Program Committee of the XII International Conference "Nanotechnologies and Nanomaterials" (NANO-2024) (24-28 August). Uzhhorod, Ukraine, доповідь.

7. Практичне та теоретичне значення дисертації.

З одного боку, результати досліджень О.О. Лега розширюють наявні уявлення про особливості та механізми утворення нестационарних станів у просторово-неоднорідних надпровідних структурах, які знаходяться під дією зовнішнього надвисокочастотного електромагнітного поля. Зокрема, отримані результати створюють основу для розробки нової концепції дослідження фазових характеристик НТЛСМ-відгуку двовірних магнітних метаматеріалів. В тому числі, результати дослідження тонкоплівкових надпровідників дозволяють розширити уявлення про особливості переходу до нормального стану. Крім того, застосування методу НТЛСМ дозволяє візуалізувати еволюцію нормального стану в надпровідних структурах.

З іншого боку, робота відкриває нові можливості для практичних застосувань надпровідних структур. Так, в роботі продемонстрована можливість керування значенням критичного струму джозефсонівського контакту, а, відповідно, і ефективним параметром роботи ВЧ НКВІДу. Це дозволяє нівелювати розкид критичних струмів, які виникають в джозефсонівських переходах, що складаються, наприклад, з двозонних надпровідників чи

високотемпературних надпровідників при застосуванні таких матеріалів у ВЧ НКВІДах. Більш того, завдяки запропонованій методиці зміни параметрів та режиму роботи НКВІДу можливо суттєво змінювати коефіцієнт перетворення або чутливості ВЧ НКВІДу. Це, в свою чергу, надає можливості використовувати ВЧ НКВІД в якості елемента зчитування в системах індуктивного змінного зв'язку з детекторами, зокрема в сучасних системах квантових вимірювань.

Таким чином, результати, що отримані під час наукового дослідження за темою дисертаційної роботи О.О. Леги, мають значне теоретичне та практичне значення.

УХВАЛИЛИ:

- 1. Розглянувши дисертацію та наукові публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, а також за результатами спільного засідання Наукової Ради з проблеми «Електронні властивості провідних та надпровідних систем» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України та відділу надпровідних і мезоскопічних систем ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, прийнято рішення, що дисертаційна робота Леги Олександра Олександровича «Нестационарні процеси в просторово-неоднорідних надпровідних структурах в надвисокочастотному електромагнітному полі», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, є завершеною науковою працею, складає вагомий внесок у розвиток теорії електродинамічних явищ в надпровідних структурах під дією зовнішнього надвисокочастотного електромагнітного поля, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп.7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 зі змінами від 21 березня 2022 р. № 341, від 19.05.2023 № 502 і від 03.05.2024 № 507, та відповідає напряму наукового дослідження освітньо-наукової програми «Фізика» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія». Дисертація містить обґрунтовані висновки на основі одержаних здобувачем достовірних результатів, характеризується єдністю змісту та відповідає принципам академічної доброчесності.**

2. На підставі попередньої експертизи дисертаційної роботи, доповіді здобувача, запитань присутніх і відповідей здобувача, обговорення учасниками засідання основних положень дисертації та виступів наукових керівників і фахівців, ухвалити **висновок** про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Леги Олександра Олександровича «Нестационарні процеси в просторово-неоднорідних надпровідних структурах в надвисокочастотному електромагнітному полі» на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія».

3. Враховуючи високий рівень виконаних досліджень, а також наукову новизну результатів, їх теоретичне та практичне значення, **рекомендувати** дисертаційну роботу Леги Олександра Олександровича «Нестационарні процеси в просторово-неоднорідних надпровідних структурах в надвисокочастотному електромагнітному полі», до **офіційного захисту на здобуття ступеня доктора філософії** зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія».

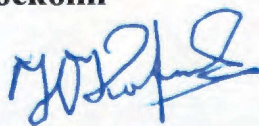
Результати голосування щодо рекомендацій до захисту дисертації Леги Олександра Олександровича «Нестационарні процеси в просторово-неоднорідних надпровідних структурах в надвисокочастотному електромагнітному полі» на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» (у голосуванні брали участь члени Наукової ради «Електронні властивості провідних та надпровідних систем» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України та співробітники наукового відділу надпровідних і мезоскопічних систем ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України):

«За» - 35

«Проти» - 0

«Утримались» - 0

Головуючий на засіданні
Голова Наукової ради з проблеми
«Електронні властивості провідних та надпровідних систем»
ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України
доктор фіз.-мат. наук, професор,
головний науковий співробітник
відділу мікроконтактної мікроскопії
ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна
НАН України



Юрій КОЛЕСНІЧЕНКО



Колесніченко Ю.О.
СВІДЧУЮ
Ім'я: Колесніченко Ю.О.
Підпис: Колесніченко Ю.О.