

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004790

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 24-08-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Колісник Андрій Сергійович

2. Andrii S. Kolisnyk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0009-5039-1939

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика

Дата захисту: 06-10-2026

Спеціальність за освітою: 104 Фізика та астрономія

Місце роботи здобувача: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Веркіна
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16960

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Веркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Веркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.19, 29.19.29

Тема дисертації:

- Особливості впливу магнітного поля, тиску та відпалу на псевдощілину у плівках і монокристалах $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\text{p}}$ ($\text{Re} = \text{Y}, \text{Ho}$) та $\text{Y}_{1-\text{x}}\text{Pr}_\text{x}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\text{p}}$
- Features of the influence of magnetic field, pressure, and annealing on the pseudogap in films and single crystals of $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\text{p}}$ ($\text{Re} = \text{Y}, \text{Ho}$) and $\text{Y}_{1-\text{x}}\text{Pr}_\text{x}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\text{p}}$

Реферат/анотація:

1. Дисертаційну роботу присвячено комплексному дослідженню псевдощілини, флуктуаційної провідності та фундаментальних електронних процесів формування нормальної й надпровідної фаз у плівках і монокристалах купратних високотемпературних надпровідників (ВТНП) $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\text{p}}$ ($\text{Re} = \text{Y}, \text{Ho}$) та складно легованих системах $\text{Y}_{1-\text{x}}\text{Pr}_\text{x}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\text{p}}$. Метою роботи було встановлення закономірностей впливу сильного магнітного поля, високого гідростатичного тиску, тривалої структурної релаксації (відпалу) та магнітних домішок на еволюцію параметрів флуктуаційної провідності і макроскопічного псевдощілинного стану. Досліджено тонкі епітаксійні плівки $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\text{p}}$ товщиною близько 100 нм, осаджені на монокристалічні підкладки методом імпульсного лазерного напилення, та монокристали купратів, вирощені розчин-

розплавним методом. За результатами рентгеноструктурного аналізу підтверджено сувору орієнтацію кристалографічної осі c перпендикулярно до підкладки, ортогонально до площин CuO_2 . Транспортні характеристики досліджено прецизійними резистивними вимірюваннями за чотиризондовою схемою в магнітних полях до 9 Тл (геометрія $B \parallel c$) та за умов гідростатичного тиску до 1,1 ГПа. Стан кисневої нестехіометрії створювався термічною деоксигенацією, гартуванням з 600 °С та відпалом, а аналіз базувався на моделях Асламазова-Ларкіна, Макі-Томпсона та моделі локальних пар. Показано, що в плівках $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-p}$ відхилення від лінійної залежності питомого опору маркує температуру відкриття псевдощілини $T^* = 219$ К. Прикладання зовнішнього магнітного поля $B \parallel c$ розширює надпровідний перехід і знижує критичну температуру, проте форма кривої при високих температурах і значення температури відкриття псевдощілини залишаються незмінними. Встановлено, що при $B \geq 1$ Тл механізм взаємодії поля зі зразком змінюється від розриву пар до формування ґратки вихорів Абрикосова. Доведено магнітоіндуковану ізотропізацію куперівських пар у сильних полях: довжина когерентності вздовж осі c зростає в 3 рази, а довжина когерентності в базисній площині синхронно зменшується в 3 рази. Для монокристалів YPrBaCuO виявлено немонотонну поведінку псевдощілини виміряної за температури Гінзбурга від тиску. За малих тисків псевдощілина зменшується через активацію магнітних дефектів кластерів PrBCO , тоді як середні тиски (0,6–0,9 ГПа) нейтралізують вплив празеодиму, а при $P > 1,0$ ГПа відновлюється класична форма температурної залежності. Для монокристалів $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-p}$ доведено, що під час 120-годинного відпалу загартованих зразків відбувається дифузійний перерозподіл лабільного кисню. Це супроводжується переходом до однорідної надпровідної матриці, зростанням критичної температури на 9 К та звуженням ширини переходу. Вперше виявлено ознаки формування хвиль спінової щільності у псевдощілинному стані, що зумовлено локальною магнітною взаємодією локальних пар з іонами гольмію у впорядкованій кисневій ґратці, і показано, що структурна релаксація спричиняє зростання розрахункової густини локальних пар. Отримані результати поглиблюють уявлення про фізику твердого тіла та механізми високотемпературного спарювання і створюють наукові передумови для подальшого матеріалознавчого дослідження та розробки надпровідних пристроїв.

2. The dissertation is devoted to a comprehensive study of the pseudogap, fluctuation conductivity, and fundamental electronic processes of the formation of normal and superconducting phases in films and single crystals of cuprate high-temperature superconductors (HTSC) $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-p}$ ($\text{Re} = \text{Y}, \text{Ho}$) and complex doped systems $\text{Y}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-p}$. The aim of the work was to establish the regularities of the influence of a strong magnetic field, high hydrostatic pressure, long-term structural relaxation (annealing), and magnetic impurities on the evolution of the parameters of fluctuation conductivity and the macroscopic pseudogap state. Thin epitaxial $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-p}$ films with a thickness of about 100 nm, deposited on single-crystal substrates by pulsed laser deposition, and cuprate single crystals grown by the solution-melt method were investigated. Based on the results of X-ray diffraction analysis, a strict orientation of the crystallographic c axis perpendicular to the substrate, orthogonal to the CuO_2 planes, was confirmed. Transport characteristics were investigated by precision resistive measurements using a four-probe scheme in magnetic fields up to 9 T ($B \parallel c$ geometry) and under conditions of hydrostatic pressure up to 1.1 GPa. The state of oxygen non-stoichiometry was created by thermal deoxygenation, quenching from 600 °C, and annealing, while the analysis was based on the Aslamazov-Larkin and Maki-Thompson models, and the local pair model. It is shown that in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-p}$ films, the deviation from the linear dependence of resistivity marks the pseudogap opening temperature $T^* = 219$ K. The application of an external magnetic field $B \parallel c$ broadens the superconducting transition and lowers the critical temperature; however, the shape of the curve at high temperatures and the value of the pseudogap opening temperature remain unchanged. It is established that at $B \geq 1$ T, the mechanism of field interaction with the sample changes from pair breaking to the formation of an Abrikosov vortex lattice. The magnetically induced isotropization of Cooper pairs in strong fields is proved: the coherence length along the c axis increases by 3 times, and in the basal plane, it synchronously decreases by 3 times. For YPrBaCuO single crystals, a non-monotonic behavior of the pseudogap measure at the Ginzburg temperature as a function of pressure is revealed. At low pressures, the pseudogap decreases due to the activation of magnetic defects in PrBCO clusters, whereas intermediate pressures (0.6–0.9 GPa) neutralize the influence of

praseodymium, and at $P > 1.0$ GPa, the classical shape of the temperature dependence is restored. For the $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ single crystals it is proven that during the 120-hour annealing of quenched samples, a diffusive redistribution of labile oxygen occurs. This is accompanied by a transition to a homogeneous superconducting matrix, an increase in the critical temperature by 9 K, and a narrowing of the transition width. For the first time, signs of the formation of spin density waves in the pseudogap state, caused by the local magnetic interaction of local pairs with holmium ions in an ordered oxygen lattice, are detected, and it is shown that structural relaxation causes an increase in the calculated density of local pairs. The obtained results deepen the understanding of solid-state physics and the mechanisms of high-temperature pairing, and create scientific prerequisites for further materials science research and the development of superconducting devices.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. A. S. Kolisnyk, M. V. Shytov, E. V. Petrenko, A. V. Terekhov, L. V. Bludova, A. Sedda, E. Lähderanta, A. L. Solovjov, "Effect of a magnetic field up to 9 T on the temperature dependence of the pseudogap in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ films". Low Temperature Physics, 52, 1, 3–17 (2026) Q3
- 2. A. L. Solovjov, L. V. Bludova, A. S. Kolesnik, E. V. Petrenko, N. V. Shytov, A. Sedda, E. Lähderanta, D. Sergeyev, R. V. Vovk, "Hydrostatic pressure effect on the pseudogap in $\text{Y}_{0.77}\text{Pr}_{0.23}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ single crystals". Low Temperature Physics, 52,4, 475–487 (2026) Q3
- 3. A.L. Solovjov, A. S. Kolesnik, E. Lähderanta, R. V. Vovk, K. Rogacki, "Unusual behavior of pseudogap in hightemperature superconductors under the influence of external factors. Part II (Review article)". Low Temperature Physics, 51, 12, 1406–1426 (2025) Q3
- 4. A.L. Solovjov, L. V. Omelchenko, E. V. Petrenko, Yu. A. Kolesnichenko, A. S. Kolesnik, S. Dzhumanov, R. V. Vovk, "Effects of annealing on the fluctuation conductivity and pseudogap in slightly doped $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ single crystals". Low Temperature Physics, 49, 1, 108–119 (2023) Q3
- 5. A. S. Kolisnyk, A.L. Solovjov, L.V. Omelchenko, E.V. Petrenko, Yu.A. Kolesnichenko, S. Dzhumanov, R.V. Vovk Effects of annealing on the fluctuation conductivity and pseudogap in slightly doped $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ single crystals "CM<P 2023": III International Advanced Study Conference Condensed Matter and Low Temperature Physics, June 5–11, 2023: Book of Abstracts. – Ukraine, Kharkiv, 2023. – P.53.
- 6. A. S. Kolisnyk, A.L. Solovjov, L.V. Omelchenko, E.V. Petrenko, Yu.A. Kolesnichenko, S. Dzhumanov, R.V. Vovk, Effects of annealing on the fluctuation conductivity and pseudogap in slightly doped $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ single crystals "HEUREKA-2024": International Conference of Students and Young Researchers in Theoretical and Experimental Physics, May 14–16, 2024: Book of Abstracts. – Ukraine, Lviv, 2024. – P.A2.
- 7. A. S. Kolisnyk, E.V. Petrenko, A.V. Terekhov, L.V. Bludova, K. Rogacki, A.L. Solovjov, Вивчення впливу магнітного поля на температурну залежність псевдощільності у оптимально допованих плівках $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ International Conference, присвячена 100-річчю з дня народження проф. Ю.М. Ломсадзе, December 17–18, 2024 – Ukraine, Uzhhorod, 2024
- 8. A. S. Kolisnyk, E.V. Petrenko, A.V. Terekhov, L.V. Bludova, K. Rogacki, A.L. Solovjov, Дослідження еволюції температурної залежності псевдощільності в $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ плівках під впливом магнітного поля "HEUREKA-

2025”: International Conference of Students and Young Researchers in Theoretical and Experimental Physics, May 13–15, 2025: Book of Abstracts. – Ukraine, Lviv, 2025. – P.E2.

- 9. A. S. Kolisnyk, M.V. Shytov, E.V. Petrenko, A.V. Terekhov, L.V. Bludova, K. Rogacki, A.L. Solovjov Study of the effect of magnetic field on the temperature dependence of the pseudogap in optimally doped YBa₂Cu₃O_{7-n} films “CM<P 2025”: IV International Advanced Study Conference Condensed Matter and Low Temperature Physics, June 2–6, 2025: Book of Abstracts. – Ukraine, Kharkiv, 2025. – P.77.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0122U001501

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Соловійов Андрій Львович

2. Andrii Solovjov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8858-1177

Додаткова інформація: Scopus Author Identifier: 6602101023; Web of Science ResearcherID: DXJ-8868-2022

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Веркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гриб Олександр Миколайович

2. Oleksandr Gryb

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.22

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5772-9861

Додаткова інформація: Scopus Author Identifier: 7004101290; Web of Science ResearcherID: GBF-4105-2022

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Касаткін Олександр Леонідович

2. Oleksandr L. Kasatkin

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.д., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9180-8571

Додаткова інформація: Scopus Author Identifier: 7005253314; Web of Science Researcher ID: HTO-3593-2023

Повне найменування юридичної особи: Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417331

Місцезнаходження: бульвар Академіка Вернадського, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Золочевський Іван Васильович

2. Ivan V. Zolocheskii

Кваліфікація: д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.22

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4649-2031

Додаткова інформація: Scopus Author Identifier: 6602333698; Web of Science Researcher ID: GEZ-5104-2022

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Веркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Турутанов Олег Георгійович

2. Oleg G. Turutanov

Кваліфікація: к. ф.-м. н., с.д., 01.04.22

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8673-136X

Додаткова інформація: SCOPUS ID 11038988700

Повне найменування юридичної особи: Фізико-технічний інститут низьких температур імені Б. І. Веркіна Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Шевченко Сергій Миколайович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Шевченко Сергій Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Калиненко Олександр Миколайович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна