

ПОВІДОМЛЕННЯ

про утворення разової спеціалізованої вченої ради

Заклад освіти/наукова
установа

Фізико - технічний інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна
Національної академії наук України (ідентифікаційний код
03534601)

1. Здобувач ступеня доктора філософії

1.1. ПІБ здобувача ступеня
доктора філософії

Герус Анна Олегівна

1.2. Освітньо-наукова
програма, яку завершив
здобувач

39026 Фізика (104 Фізика та астрономія)

1.3. Окремі елементи
освітньо-наукової програми
забезпечуються іншим
закладом вищої освіти/
науковою установою (у тому
числі іноземним)

ні

2. Дисертація

2.1. Тема дисертації

Сенсорні властивості дендритних точково-контактних наноструктур

2.2. Анотація дисертації

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 «фізика та астрономія». – Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України, Харків, 2023.

Об'єкт дослідження – дендритні точково-контакти наноструктури. Предмет дослідження – ефекти нелінійної електропровідності в квантових дендритних точкових контактах Янсона.

У першому розділі «Сучасний стан та перспективи розвитку квантових сенсорів, що працюють на принципі зміни електричної провідності» йдеться про фундаментальні основи мікроконтактної спектроскопії (МКС) Янсона та точкових контактів Янсона, які є базовим елементом сучасних квантових сенсорів. Наведено інформацію про моделі точкових контактів Янсона, описано режими протікання струму, розглянуто фундаментальні характеристики точково-контактних структур, такі як електричний потенціал та функція розподілу електронів за імпульсами. Описані принципи детектування газових середовищ. Обговорено особливості роботи квантових сенсорів, що працюють на принципі зміни електричної провідності при кімнатній температурі.

Другий розділ «Методичні особливості досліджень та експериментальне обладнання» розповідає про особливості процесу створення точкових контактів Янсона та методи дослідження їх характеристик. Описані переваги та недоліки різних способів створення контактів залежно від поставлених завдань. Наведено опис лабораторного устаткування, описано методологію підготовки електролітів та електродів для створення дендритних точкових контактів Янсона. Описано методологію дисертаційних досліджень в газовому середовищі. Наведено методику обробки результатів та розрахунків гістограм провідності.

У третьому розділі «Квантування провідності – новий селективний механізм детектування газових середовищ» запропоновано нову концепцію селективного детектування в газових та рідких середовищах, основу на формуванні оригінальної квантової системи та реєстрації її енергетичних станів у динамічному режимі за допомогою дендритних точкових контактів Янсона, синтезованих електрохімічним шляхом у досліджуваному середовищі. Синтез нанорозмірних дендритних точкових контактів Янсона виконується в процесі циклічного комутаційного ефекту, який має місце в електроліті, що контактує з середовищем, що аналізується. Цей ефект супроводжується послідовними циклами утворення та руйнування електрохімічної безщільної електродної системи. Провідність дендритних точкових контактів Янсона демонструє квантову поведінку, що визначається оболонковим ефектом. Квантовий оболонковий ефект формує геометрію та обумовлює дискретну зміну структури провідних каналів дендритних точкових контактів Янсона в процесі їх синтезу. Динамічний режим сканування енергетичних станів точково-контактних квантових систем, запропонований у даній роботі, дозволяє розробити універсальний метод для вибіркового виявлення багатьох газоподібних і рідких середовищ, включаючи такі важкі для виявлення речовини, як метан і інертні гази. Очікується, що новий підхід доведе свою ефективність у дослідженні квантових ефектів для різних застосувань сенсорів і стимулюватиме розробку наступного покоління високоселективних нанопристроїв.

Четвертий розділ дисертаційної роботи присвячений дослідженню «механізму активації циклічного комутаційного ефекту для квантового селективного детектування за допомогою дендритних точкових контактів Янсона». Розробка квантових селективних сенсорів вимагає детального вивчення природи, кінетичних параметрів і механізмів активації всіх фаз циклічного комутаційного ефекту. Точкові контакти Янсона є основним інструментом для вирішення виникаючих завдань. При розміщенні їх в іонопровідному середовищі провідний канал контакту може функціонувати як електрохімічна безщільна електродна система (БЕС). Показано, що безщільна електродна система в електричному полі є системою з позитивним зворотним зв'язком, що визначає динаміку зміни опору точкового контакту Янсона в іонопровідному середовищі. Аналіз експериментальних даних щодо динаміки електропровідності та часу життя дендритних точкових контактів Янсона під час циклічного комутаційного ефекту дозволяє дослідити особливості процесів, які можуть уможливити реалізацію квантового механізму вибіркового детектування та призвести до підвищення чутливості точково-контактних сенсорів до рідких і газоподібних аналітів. Запропоновано та обговорено математичну модель руйнування аноду дендритних мідних точкових контактів під час циклічного комутаційного ефекту.

У п'ятому розділі «Квантовий сенсор – сенсор нового покоління» розглянуто результати досліджень, що були спрямовані на перевірку можливості практичного застосування селективного квантового механізму детектування газових середовищ, який було відкрито при виконанні дисертаційної роботи. Для цього була

проведена розробка прототипу нового квантового сенсора, чутливим елементом якого є дендритний точковий контакт Янсона, Сторінка 2 з 11

та досліджено його сенсорні властивості. Виняткова особливість точково-контактних квантових сенсорів, окрім безпосередньо квантової природи точкових контактів Янсона, пов'язана з низкою фундаментальних властивостей. До цих властивостей належать специфічний розподіл потенціалу в контакті, який сприяє прояву мікроконтактного газочутливого ефекту, та безщілинна електродна система, що виникає на каналі провідності точкового контакту в рідкому середовищі та забезпечує протікання циклічного електрохімічного ефекту, завдяки якому можливо зареєструвати широкий набір квантових станів в дендритних точкових контактах Янсона, які знаходяться в середовищах, що досліджуються. Гістограми провідності, які відповідають квантовим станам дендритних точкових контактів в процесі їх перетворень, є маркером певних середовищ і можуть бути зареєстровані за допомогою прототипу нового квантового сенсора, розробленого в дисертаційній роботі. Дієздатність розробленого прототипу була доведена в експериментах в газових середовищах аргону та оточуючого повітря. Отримані результати забезпечують передумови для розробки квантових сенсорів нового покоління для селективного визначення рідких та газових середовищ.

2.3. Ключові слова дисертації

наноструктура, електрична провідність, мікроконтактна спектроскопія Янсона, мікроконтактний газочутливий ефект, сенсор, дендрит, електричний опір, наноструктурні перетворення, квантування провідності, транспортні властивості, точкові контакти, квантовий розмірний ефект, скануюча електронна мікроскопія, наноматеріали, квантові ефекти, спектроскопія, Раманівська спектроскопія, питомий електричний опір

2.4. Посилання, за яким розміщено текст дисертації

http://ilt.kharkiv.ua/bvi/structure/theses/thesis_Anna_Herus_.pdf.p7s.zip

2.5. Публікації здобувача, зараховані для захисту

G.V. Kamarchuk, A.P. Pospelov, A.V. Savytskyi, A.O. Herus, Yu.S. Doronin, V.L. Vakula, E. Faulques, Conductance quantization as a new selective sensing mechanism in dendritic point contacts, Springer Nature Applied Sciences, 1:244 (2019), Q2

Рік	2019
Ключові слова	cyclic switchover effect, dendrite point contact, Yanson point contact spectroscopy, electronic transport, quantum wires, gas detection
DOI	10.1007/s42452-019-0241-x
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-019-0241-x

A. Savytskyi, A. Pospelov, A. Herus, V. Vakula, N. Kalashnyk, E. Faulques, G. Kamarchuk, Portable Device for Multipurpose Research on Dendritic Yanson Point Contacts and Quantum Sensing, Nanomaterials, 13(6), 996 (2023), Q2

Рік	2023
Ключові слова	quantum sensor, conductance quantization, Yanson point contact, cyclic switchover effect, dendrite, Raman spectroscopy
DOI	10.3390/nano13060996
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.3390/nano13060996

A. Herus, A. Pospelov, A. Savytskyi, Yu. Doronin, V. Vakula, E. Faulques, G. Kamarchuk, Quantum sensor of new generation, Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University, Series Physics, 32, 65-70 (2020)

Рік	2020
Ключові слова	Yanson point contact, quantum sensor, gaseous media, selective detection in liquid and gaseous media
DOI	10.26565/2222-5617-2020-32-08
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.26565/2222-5617-2020-32-08

G. Kamarchuk, A. Pospelov, A. Savytskyi, V. Gudimenko, V. Vakula, A. Herus, D. Harbuz, L. Kamarchuk, M. F. Pereira, On the prospect of application of point-contact sensors to solving the global security problems: an analytical review, in: M.F. Pereira, A. Apostolakis (Eds), Terahertz (THz), Mid Infrared (MIR) and Near Infrared (NIR) Technologies for Protection of Critical Infrastructures Against Explosives and CBRN, NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics, Springer, Dordrecht, 203-225 (2021) Q4

Рік	2021
Ключові слова	Yanson point-contact spectroscopy, point contact gas-sensitive effect, sensor, dendrite, electric resistance, nanostructured transformations, conductance quantization, conductivity, transport properties
DOI	10.1007/978-94-024-2082-1_15
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1007/978-94-024-2082-1_15

3. Захист

3.1. Посилання, за яким здійснюватиметься онлайн-трансляція захисту http://ilt.kharkiv.ua/bvi/structure/report/df64175012_sovet_for_gerus.shtml

4. Разова рада

4.1. Дата рішення Вченої ради про утворення разової ради 20.12.2023

Голова разової ради

ПІБ	Долбин Олександр Вітольдович
Місце роботи	Фізико - технічний інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України
Посада	заступник директора з наукової роботи (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Відділ теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.09 Фізика низьких температур
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0001-8631-5051

Публікації за тематикою дисертації

V. V. Sumarokov, A. Jeżowski, D. Szewczyk, A. V. Dolbin, N. A. Vinnikov, M. I. Bagatskii, The low-temperature specific heat of thermal reduced graphene oxide, *Low Temperature Physics* 46, 301–305 (2020), Q3

Рік	2020
Ключові слова	crystallographic defects, magnetic hysteresis, phonons, Dulong-Petit law, thermodynamic properties, graphene, carbon based materials, relaxation method, nanomaterials, nanotubes
DOI	10.1063/10.0000703
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1063/10.0000703

N. A. Vinnikov, A. V. Dolbin, R. M. Basnukaeva, V. G. Gavrilko, V. B. Eselson, L. M. Buravtseva, Quantum effects in the low-temperature thermal expansion of fullerite C60 doped with a 4He impurity, *Low Temperature Physics*, 48, 791–797 (2022), Q3

Рік	2022
Ключові слова	crystal lattices, doping, magnetic hysteresis, phase transitions, superfluids, thermal effects, quantum effects, thermomechanical effects, fullerenes, surface and interface chemistry
DOI	10.1063/10.0014021
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1063/10.0014021

H. V. Rusakova, L. S. Fomenko, S. V. Lubenets, V. D. Natsik, A. V. Dolbin, N. A. Vinnikov, R. M. Basnukaeva, S. V. Cherednichenko, A. V. Blyznyuk, Low-temperature micromechanical properties of polyolephin/graphene oxide nanocomposites with low weight percent filler, *Low Temperature Physics*, 49, 1213–1218 (2023), Q3

Рік	2023
-----	------

Ключові слова	hardness, glass transitions, crystalline solids, elastic modulus, graphene, materials analysis, mechanical stress, polymers, nanocomposites, chemical elements, nanostructure, nanomaterials
DOI	10.1063/10.0021363
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1063/10.0021363

Рецензент

ПІБ	Соловйов Андрій Львович
Місце роботи	Фізико - технічний інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України
Посада	провідний науковий співробітник (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Відділ транспортних властивостей провідних та надпровідних систем
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.07 Фізика твердого тіла
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0001-8858-1177

Публікації за тематикою дисертації

A. L. Solovjov, A. V. Terekhov, E. V. Petrenko, L. V. Omelchenko, Zhang Cuiping, Features of Excess Conductivity Behavior in a Magnetic Superconductor Dy_{0.6}Y_{0.4}Rh_{3.85}Ru_{0.15}B₄. Low Temperature Physics. 45, 1193–1201 (2019), Q3

Рік	2019
Ключові слова	conductivity, pseudogap, band gap, phase transitions, superconductivity models, superconductors, electromagnetism, magnetic fields, polycrystalline material, spectroscopy
DOI	10.1063/10.0000125
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1063/10.0000125

E. Hannachi, Y. Slimani, M.A. Almessiere, S.A. Alotaibi, L.V. Omelchenko, E.V. Petrenko, U. Kurbanov, F. Ben Azzouz, A.L. Solovjov, A. Baykal, YBCO polycrystal co-added with BaTiO₃ and WO₃ nanoparticles: Fluctuation induced conductivity and pseudogap studies, Current Applied Physics 48, 70 (2023), Q2

Рік	2023
Ключові слова	superconductors, YBCO polycrystals, fluctuation induced conductivity, pseudogap, perovskites
DOI	10.1016/j.cap.2023.01.008
Одноосібне авторство	ні

Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1016/j.cap.2023.01.008

A. L. Solovjov, V. B. Stepanov, Yu. A. Kolesnichenko, Comparative analysis of the temperature dependences of the resistivity, pseudogap, and thermoelectric power in polycrystals YBa₂Cu₃O_{7-δ} with a decrease in the density of charge carriers, *Low Temperature Physics*, 47, 812 (2021), Q3

Рік	2021
Ключові слова	conductivity, crystallographic defects, fermi surfac, high temperature superconductors, pseudogap, phase transitions, phonons, superconductivity, polycrystalline material, thermoelectric effects, bosons
DOI	10.1063/10.0006060
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1063/10.0006060

Рецензент

ПІБ	Квітницька Оксана Євгенівна
Місце роботи	Фізико - технічний інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України
Посада	старший науковий співробітник (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Відділ мікроконтактної спектроскопії
Науковий ступінь	Кандидат наук, 01.04.07 Фізика твердого тіла
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	14.01.1997
ORCID	0000-0002-0281-2905

Публікації за тематикою дисертації

Yu. G. Naidyuk, D. L. Bashlakov, O. E. Kvitnitskaya, S. Aswartham, I. V. Morozov, I. O. Chernyavskii, G. Shipunov, G. Fuchs, S-L Drechsler, R Hühne, Yanson point-contact spectroscopy of Weyl semimetal WTe₂, *2D Materials*, 6(4) 045012 (2019), Q1

Рік	2019
Ключові слова	Yanson point-contact spectroscopy, point contacts, electron-phonon interaction, single crystals, conductivity
DOI	10.1088/2053-1583/ab2db7
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2053-1583/ab2db7

Yu.G. Naidyuk, O.E. Kvitnitskaya, D.V. Efremov, S.L. Drechsler, Enhanced critical temperatures in the strongly overdoped iron-based superconductors AFe₂As₂ (A = K, Cs, Rb) observed by point contacts, Low Temperature Physics 46 (11), 1070 (2020), Q3

Рік	2020
Ключові слова	doping, point contacts, pseudogap, phase transitions, phonons, superconductivity, superconductors, superfluids, electronic circuits, plasma waves
DOI	10.1063/10.0002149
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1063/10.0002149

D.L. Bashlakov, O.E. Kvitnitskaya, G. Shipunov, S. Aswartham, O. D. Feya, D. V. Efremov, B. Büchner, Yu. G. Naidyuk, Electron-phonon interaction and point contact enhanced superconductivity in trigonal PtBi₂, Low Temperature Physics 48 (10), 747 (2022), Q3

Рік	2022
Ключові слова	density functional theory, crystal structure, phase transitions, phonons, superconductivity, superconductors, point contacts, Weyl semimetal, elementary particle interactions, hydrostatics
DOI	10.1063/10.0014014
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1063/10.0014014

Офіційний опонент

ПІБ	Рогачова Олена Іванівна
Місце роботи	Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
Посада	Професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.10 Фізика напівпровідників і діелектриків
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0001-7584-656X

Публікації за тематикою дисертації

E.I. Rogacheva, S.I. Menshikova, A.Yu Sipatov, O.N. Nashchekina, Thickness-dependent quantum oscillations of the transport properties in bismuth selenide thin flms, Thin Solid Films. 684, 31 (2019), Q2

Рік	2019
-----	------

Ключові слова	bismuth selenide, thin flms, thermal evaporation, thickness, Seebeck coefficient, Hall coefficient, electrical conductivity, quantum size effect, topological insulator
DOI	10.1016/j.tsf.2019.05.046
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1016/j.tsf.2019.05.046

E.I. Rogacheva, G.O. Nikolaenko, O.N. Nashchekina, Transport and thermoelectric properties of the Pb_{1-x}Sn_xTe topological crystalline insulator in the vicinity of the band inversion. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 183, 111635 (2023), Q2

Рік	2023
Ключові слова	topological crystalline insulator, Pb _{1-x} Sn _x Te alloys, transport properties, phase transition, self-organization
DOI	10.1016/j.jpics.2023.111635
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1016/j.jpics.2023.111635

E.I. Rogacheva, O. Pavlosiuk, A.V. Meriuts, T.N. Shelest, A.Yu. Sipatov, O.N. Nashchekina, K.V. Novak, D. Kaczorowski, Quantum interference phenomena and electron – electron interaction in topological insulator Bi₂Se₃ thin polycrystalline flms, Thin Solid Films, 743,139070 (2022) Q2

Рік	2022
Ключові слова	quantum interference effects, electrical conductivity, Bi ₂ Se ₃ , polycrystalline flms, topological insulator, transport properties, magnetic field dependence, electron-electron interaction
DOI	10.1016/j.tsf.2021.139070
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://doi.org/10.1016/j.tsf.2021.139070

Офіційний опонент

ПІБ	Хаджай Георгій Ярославович
Місце роботи	Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Посада	провідний науковий співробітник (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Фізичний факультет
Науковий ступінь	Кандидат наук, 01.04.07 Фізика твердого тіла
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата)	02.04.1986

наук)

ORCID 0000-0002-1257-8702

Публікації за тематикою дисертації

G. Ya. Khadzhai, R. V. Vovk, High pressure-induced relaxation of electrical resistance in weakly doped $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ single crystals, *Low Temperature Physics*, 45, 465 (2019), Q3

Рік 2019

Ключові слова electrical resistivity, crystallographic defects, doping Phase transitions, superconductivity, transition metals, superconductors, chemical elements, chemical compounds, hydrostatics

DOI 10.1063/1.5093527

Одноосібне авторство ні

Містить державну таємницю / службову інформацію ні

Посилання <https://doi.org/10.1063/1.5093527>

G. Ya. Khadzhai, V. V. Sklyar, R. V. Vovk, Suppression of superconductivity in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ single crystals upon irradiation with fast electrons, *Low Temperature Physics*, 48, 271 (2022), Q3

Рік 2022

Ключові слова electrical resistivity, crystal structure, high temperature superconductors, pseudogap, phase transitions, electronic band structure, superconductivity, quasiparticle, electron radiation effects, fermions

DOI 10.1063/10.0009548

Одноосібне авторство ні

Містить державну таємницю / службову інформацію ні

Посилання <https://doi.org/10.1063/10.0009548>

G. Ya. Khadzhai, S. R. Vovk, R. V. Vovk, E. S. Gevorkyan, M. V. Kislitsa, A. Feher, P. Kollar, J. Fuzer, Structure and transport properties of the $\text{Fe}_0.5\text{Ni}_0.5$ composite *Low Temperature Physics*, 47, 170 (2021), Q3

Рік 2021

Ключові слова electrical resistivity, interphases, thermal conductivity, electrical conductivity, magnetic materials, transport properties, electromagnetic radiation detectors, metallurgy, scanning electron microscopy, ceramics

DOI 10.1063/10.0003179

Одноосібне авторство ні

Містить державну таємницю / службову інформацію ні

Посилання <https://doi.org/10.1063/10.0003179>

Підтвердження

Я підтверджую, що:

- я належним чином уповноважений/а закладом освіти/науковою установою на подання цього повідомлення, і за потреби надам документ, який підтверджує ці повноваження
- усі відомості, викладені у цьому повідомленні, є достовірними

Документ підписаний електронним підписом

Калиненко Олександр Миколайович

27.12.2023