

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України

чл.-кор. НАН України



Ю. Г. Найдюк

14 грудня 2023 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»

ГЕРУС Анни Олегівни

**«СЕНСОРНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕНДРИТНИХ ТОЧКОВО-
КОНТАКТНИХ НАНОСТРУКТУР»**

Витяг з протоколу № 12

від 14 грудня 2023 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 спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів 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 спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів, ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, фахівці ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, ДонФТІ ім. О.О. Галкіна НАН України та ХНУ ім. В.Н. Каразіна:

- Андрієвський Володимир Васильович, д.ф.-м.н., с.н.с., провідний науковий співробітник мікроконтактної спектроскопії
- Барабашко Максим Сергійович, к.ф.-м.н., старший науковий співробітник, відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Белан Віктор Іванович, к.ф.-м.н., старший науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- Біляєв Євгеній Юрійович, к.ф.-м.н., старший співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Бобров Микола Львович, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Бондар Іван Сергійович, к.ф.-м.н., молодший науковий співробітник відділу магнітних і пружних властивостей твердих тіл
- Бондаренко Станіслав Іванович, д.т.н., професор, провідний науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Вакула Володимир Леонідович, к.ф.-м.н., с.д., старший науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- Глушук Микола Іванович, к.ф.-м.н., заступник директора з наукової роботи
- Горелий Віталій Олександрович, к.ф.-м.н., молодший науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Гречнев Геннадій Євгенович, д.ф.-м.н., професор, головний науковий співробітник відділу магнітних і пружних властивостей твердих тіл
- Гудименко Василь Олександрович, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів

- Данильченко Олександр Григорович, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- Долбин Олександр Вітольдович, д.ф.-м.н., професор, завідувач відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем
- Доронін Юрій Степанович, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- 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
- Квітницька Оксана Євгенівна, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Козлов Ігор Веніславович, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Колесніченко Юрій Олексійович, д.ф.-м.н., професор, головний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Конотоп Олексій Павлович, к.ф.-м.н., молодший науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- 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
- Найдюк Юрій Георгійович, чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., професор, директор
- Пашкевич Юрій Георгійович, д.ф.-м.н., професор, завідувач відділу Донецького фізико-технічного інституту ім. О. О. Галкіна НАН України
- Петренко Євген Володимирович, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії
- Савицький Андрій Володимирович, к.ф.-м.н., науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів

- Савченко Олена Володимирівна, д.ф.-м.н., професор, провідний науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів
- Сиваков Олександр Георгійович, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Сіренко Валентина Анатоліївна, д.ф.-м.н., професор, провідний науковий співробітник відділу магнітних і пружних властивостей твердих тіл
- Соловійов Андрій Львович, д.ф.-м.н., професор, провідний 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., старший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Федорченко Олексій Віталійович, к.ф.-м.н., завідувач відділу магнітних і пружних властивостей твердих тіл
- Хаджай Георгій Ярославович, к.ф.-м.н., провідний науковий співробітник кафедри фізики низьких температур фізичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна
- Шарлай Юрій Васильович, к.ф.-м.н., старший науковий співробітник відділу теоретичної фізики
- Шевченко Сергій Миколайович, д.ф.-м.н., с.н.с., завідувач відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Юзефович Ольга Ігорівна, к.ф.-м.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу надпровідних і мезоскопічних структур
- Гарбуз Дмитро Олександрович, молодший науковий співробітник відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів

Усього: докторів наук – 13 , кандидатів наук – 25, без наукового ступеня –

1. У тому числі фахівців із галузі науки, що відноситься до спеціальності дисертації: докторів наук – 9, кандидатів наук – 15, без наукового ступеня – 1.

Присутні 23 з 31 членів Наукової Ради з проблеми «Електронні властивості

провідних та надпровідних систем» ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України та 11 з 15 наукових співробітників відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України.

СЛУХАЛИ:

Апробацію дисертації «Сенсорні властивості дендритних точково-контактних наноструктур» молодшого наукового співробітника ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України Анни Герус, яка виступила з науковою доповіддю та представив основні наукові результати дисертації.

У доповіді Анна Герус обґрунтувала актуальність теми, сформулювала мету і завдання дослідження, його наукову новизну, практичну і теоретичну значимість, розповіла зміст і структуру роботи, його основні результати і методи їх отримання, підсумувала доповідь висновками.

В обговоренні взяли участь:

- доктор фіз.-мат. наук, професор, науковий керівник, завідувач відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів, науковий керівник Камарчук Г. В. (*виступ позитивний*).
- доктор фіз.-мат. наук, професор, провідний науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії, Соловійов А. Л. (*виступ позитивний*);
- кандидат фіз.-мат. наук, с.н.с., старший науковий співробітник відділу мікроконтактної спектроскопії Квітницька О. Є. (*виступ позитивний*).

Також ставили запитання та прийняли участь в обговоренні роботи:

- доктор ф.-м. наук, чл.-кор. НАН України, професор Найдюк Ю. Г.;
- к.ф.-м.н., с.н.с. Турутанов О.Г.;
- д.ф.-м.н., професор Савченко О. В.;
- д.ф.-м.н., професор Долбин О. В.;
- к.ф.-м.н., с.н.с. Квітницька О. Є.;
- д.ф.-м.н., професор Колесніченко Ю. О.

На всі поставлені питання доповідач надав ґрунтовні відповіді. Виступаючі відмітили актуальність теми дослідження, новизну та значну наукову цінність

отриманих результатів і 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 Герус Анни Олегівни «Сенсорні властивості дендритних точково-контактних наноструктур», 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 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 А.О. Герус було затверджено на засіданні Вченої ради ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 30 листопада 2017 року (протокол № 12).

Науковим керівником А.О. Герус було призначено завідувача відділу спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів, доктор фіз.-мат. наук, професора Камарчук Г. В. (наказ директора ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України від 15.09. 2017 р. № 90-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: «Функціональні властивості новітніх надпровідних сполук і металовмісних спін та зарядово-впорядкованих структур» (номер держреєстрації – 0117U002294, термін виконання 2017-2021) та «Провідні, надпровідні, магнітні та сенсорні властивості новітніх функціональних матеріалів» (номер держреєстрації – 0122U001501, термін виконання 2022-2026).

Частина дисертаційної роботи була виконана в рамках проекту «Селективний квантовий сенсор для виявлення хімічних, біологічних, радіологічних, ядерних речовин у газових і рідких середовищах» (науковий проекту міжнародної програми НАТО «Наука заради миру і безпеки» SPS.MYP

985481 «Selective Quantum Sensor for Detection of CBRN Agents in Gas and Liquid Media» (термін виконання 2018-2023).

2. Актуальність теми дослідження.

Наразі сенсорні технології є популярним напрямом досліджень, що охоплює фізику, хімію, матеріалознавство, біологію, медицину та інші галузі науки. Популярність електропровідних сенсорів обумовлена зручністю роботи з різними типами об'єктів, високими технологічними характеристиками, можливістю створення портативних пристроїв на їх основі та інтеграції в існуючі прилади, швидкістю одержання результатів та невисокою вартістю приладів і простотою їх експлуатації.

Наноструктурні чутливі елементи можуть проявляти квантові властивості. Це є основою для їх використання у якості квантових сенсорів з універсальними можливостями. Квантова сенсорика, що побудована на залученні таких сенсорів, має необхідні передумови, щоб стати однією з передових технологій майбутнього. Для її реалізації потрібно мати відповідні інноваційні методи та інструменти, серед яких ключове місце здатна посісти мікроконтактна спектроскопія Янсона. Цей багатофункціональний інструмент належить до передових методів, які застосовуються як для дослідження широкого спектру фізичних явищ на атомарному рівні, так і для розробки новітніх нанотехнологій. Серед багатьох застосувань мікроконтактної спектроскопії Янсона окремо виділяється мікроконтактний газочутливий ефект, що має низку оригінальних особливостей у порівнянні з відомими механізмами газової чутливості традиційних провідних зразків.

Виняткова особливість точково-контактних квантових сенсорів, окрім безпосередньо квантових властивостей точкових контактів Янсона, пов'язана також з низкою інших фундаментальних властивостей. Однією з таких унікальних фізичних властивостей точкових контактів Янсона є специфічний розподіл потенціалу. При протіканні струму в контакті падіння потенціалу зосереджено в області контактного звуження. Це значить, що опір цієї малої області визначає опір всієї системи «масивний електрод - точковий контакт -

масивний електрод», яке має назву опір звуження. Як наслідок, взаємодія з газовим оточенням масивних електродів, які формують точковий контакт Янсона, і проводів, що підводять струм, не дає вкладу в опір точкового контакту і не реєструється. Тільки взаємодія газу з областю точково-контактного звуження, яка визначається поперечним перерізом провідного каналу, дає помітний внесок у зміну опору всієї системи. В цьому випадку необхідно всього кілька атомів газу, які контактують з матеріалом в області звуження, щоб викликати зміни електропровідності контакту, що достатні для вимірювання. Ця властивість є основою мікроконтактного газочутливого ефекту, який проявляється при кімнатних температурах і полягає в зміні електропровідності точкових контактів на 2-3 порядки величини під дією малих концентрацій газів (порядку одиниць ppm і менше).

Іншою унікальною особливістю точкових контактів Янсона є перетворення каналу провідності точкового контакту в рідкому середовищі в новий тип електрохімічної електродної системи, яка отримала назву безщільної електродної системи. Даний об'єкт є основою для створення передових, і в той же час недорогих технологій синтезу функціональних атомно-розмірних структур і наноструктурних матеріалів. Враховуючи зазначені фундаментальні властивості точкових контактів Янсона, слід очікувати, що можна реєструвати зміни енергетичного стану досліджуваного об'єкта навіть надмалої концентрації.

Таким чином, дослідження явищ зміни електричної провідності дендритних точкових контактів Янсона під впливом зовнішньої речовини в різних умовах є актуальним завданням, яке має значення не тільки для розвитку фундаментальної науки, але й знайде, в перспективі, чимале прикладне застосування для створення новітніх сенсорних технологій.

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

У дисертаційній роботі вперше отримано наступні результати:

- Відкрито квантовий механізм селективного детектування газів та рідких середовищ на основі зміни кондуктансу дендритних точкових контактів Янсона.
- Вперше виявлено відмінність гістограм провідності та енергетичних станів дендритних точково-контактних систем, синтезованих в різних газових середовищах, а також в однакових середовищах різної концентрації.
- Вперше запропоновано динамічний режим сканування енергетичних станів точково-контактних квантових систем, що дозволяє розробити універсальний метод селективного детектування різноманітних газоподібних та рідких середовищ, у тому числі таких важких до визначення речовин, як метан та інертні гази.
- Вперше визначено природу процесів синтезу та руйнування дендритних точкових контактів Янсона у рідкому середовищі.
- Вперше показано, що квантові точково-контактні сенсори спроможні селективно детектувати широке коло газових середовищ, від інертних газів до складних газових сумішей.

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 квантового селективного детектування, 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 в **чотирьох** наукових працях, серед яких **три** статті у міжнародних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз (Scopus, Web of Science) і відноситься до кварталів Q1, Q2, Q4 та одна стаття у фаховому виданні України . Також результати дисертації додатково відображені у **дев'ятнадцяти** тезах конференцій.

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:

публікації у міжнародних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз:

1. 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, DOI: [10.1007/s42452-019-0241-x](https://doi.org/10.1007/s42452-019-0241-x) .
2. 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, 2023, 13(6), 996, Q1, DOI: [10.3390/nano13060996](https://doi.org/10.3390/nano13060996)
3. **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 (2020) 65-70, DOI: [10.26565/2222-5617-2020-32-08](https://doi.org/10.26565/2222-5617-2020-32-08) .
4. 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, Springer, Dordrecht, 2021, 203-225, Q4,

DOI: [10.1007/978-94-024-2082-1_15](https://doi.org/10.1007/978-94-024-2082-1_15)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. *A.O. Gerus, A.V. Savitsky, A. P. Pospelov, G. V. Kamarchuk*, Evidence for the gas action on the process of dendritic nanoscale point contacts creation, in: VII International Conference for Young Scientists "Low temperature physics", Abstracts book, June 2016, Kharkiv, 173, (2016).
6. *A.O. Gerus, A.V. Savitsky, A. P. Pospelov and G. V. Kamarchuk*, A new quantum method for selective detection in gases, in: VIII International Conference for Professionals and Young Scientists "Low Temperature Physics", Conference Program & Abstracts Book, 29 May - 2 June 2017, 136, (2017).
7. *A.O. Gerus, A.V. Savitsky, Yu.S. Doronin, A. P. Pospelov and G. V. Kamarchuk*. Selective detection of carbon dioxide through the quantum electric conductivity of point contacts, in: IONS Balvanyos 2017, Abstracts book, 25-26 July 2017, Balvanyos, Transylvania, Romania, 86-87, (2017).
8. *A.O. Gerus, A.V. Savitsky, Yu.S. Doronin, A.P. Pospelov, G.V. Kamarchuk*. Detection of carbon dioxide through the quantum electric conductivity of point contacts, in: The 18th International Young Scientists Conference "Optics and High Technology Material Science - SPO 2017", 26-29 October 2017, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, 118, (2017).
9. *A.O. Герус, А.В. Савицький, Ю.С. Доронін, О.П. Поспелов, Г.В. Камарчук*. Новий метод визначення рідких та газових середовищ, XIII Міжнародна конференція Фізичні явища в твердих тілах (5-8 грудня 2017 р.), Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, 140, (2017).
10. *A.O. Herus, A.V. Savitsky, A.P. Pospelov, Yu.S. Doronin, V.L.Vakula, G.V. Kamarchuk*, Selective detection of gases based on registration of sensor quantum states, in: IX International Conference for Professionals and Young Scientists

- "Low Temperature Physics", Conference Program & Abstracts Book, 4-8 June 2017, 123, (2017).
11. *A.O. Herus, A.V. Savitsky, A.P. Pospelov, Yu.S. Doronin, V.L.Vakula, G.V. Kamarchuk*, Identification of gaseous media through the quantum electric conductivity of point contacts, in: VIII International Conference on Optoelectronic Information Technologies, Conference Program & Abstracts Book, 2-4 October 2018, Vinnytsia, Ukraine, 260, (2018).
 12. *M. Bofanova, O. Pospelov, A. Herus, G. Kamarchuk, M. Sakhnenko, M. Ved, O. Pletnyov*. Modeling of a point-contact dynamic system. In: VIII All-Ukrainian Congress of Electrochemistry and VI scientific and practical seminar of students, graduate students and young scientists "Applied aspects of electrochemical analysis", Lviv, June 4-7, 2018, in: A.O. Omelchuk, R.E. Gladyshevskiy, O.V. Reshetnyak (Eds.), Collection of scientific papers, part 2, Lviv Research and publishing center of the scientific society named after T.G. Shevchenko, 2018, 263-266, (2018).
 13. *A. Herus, A. Savytskyi, A. Pospelov, Yu. Doronin, V. Vakula, G. Kamarchuk*, Selective detection of methane through quantum electric conductivity of point contacts, in: Advanced Research Workshop "Terahertz, Mid InfraRed and Near InfraRed Technologies for Protection of Critical Infrastructures against Explosives and CBRN", Book of Abstracts, Chateau Liblice, Czech Republic, 5-9 November 2018, P2, (2018).
 14. *A. Герус*. Сучасні квантові наноприлади для аналізу рідких та газових середовищ, in: XV All-Ukrainian student science conference "Physics and technological progress", V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv 2019, 12, (2019).
 15. *A. Herus, A. Savytskyi, A. Pospelov, Yu. Doronin, V. Vakula, G. Kamarchuk*, Highly selective nanodevices based on conductance quantization of dendritic point contacts in gases and liquid media, in: X International Conference for Professionals and Young Scientists "Low Temperature Physics", Abstracts Book & Conference Program, June 3-7, 2019, 106, (2019).

16. *A. Herus, O.P. Pospelov, G.V. Kamarchuk, M.D. Sakhnenko, M.V. Ved, V. Vakula*, The peculiarities of point-contact nanostructure behavior in ion-conducting media, in: International research and practice conference: NANO-2019, Abstract book, 27-30 August 2019, Lviv, Ukraine, 409, (2019).
17. *A. Herus, A. Savytskyi, A. Pospelov, Yu. Doronin, V. Vakula, E. Faulques, G. Kamarchuk*, A new quantum approach to selective detection in gases and liquid media, in: OSA Frontiers in optics, 15-19 September 2019, Washington, District of Columbia, USA, JTU3A.55, (2019).
18. *А.О. Герус, А.В.Савицький, О.П. Поспелов, Ю.С. Доронін, В.Л. Вакула, Г.В. Камарчук*. Квантовий сенсор для селективного визначення рідких та газових середовищ, в: Тези доповідей "XIV Міжнародна наукова конференція "Фізичні явища в твердих тілах", Харків, Україна, 3-5 грудня 2019 року, 36, (2019).
19. *A. Herus, A.V. Savytskyi, A.P. Pospelov, Yu.S. Doronin, V.L. Vakula, E. Faulques, G.V. Kamarchuk*, Quantized conductance of dendritic point contacts as a new sensing mechanism for selective nanodevices, in: International Advanced Study Conference "Condensed Matter and Low Temperature Physics 2020", Abstracts book, 8-14 June 2020, Kharkiv, Ukraine, 103, (2020).
20. *A. Herus, A.V. Savytskyi, G.V. Kamarchuk, A.P. Pospelov, Yu.S. Doronin, V.L. Vakula, E. Faulques*, A new operating principle of selective detection in gases, in: XII International Conference "Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials" (ICEPOM-12), 1-5 June 2020, Kamianets-Podilskyi, Ukraine, 258, (2020).
21. *A.P. Pospelov, G.V. Kamarchuk, A.O. Herus, N.D. Sakhnenko, M. Ved, V.L. Vakula*, Activation mechanism of the cyclic switchover effect for quantum selective detection with dendritic Yanson point contacts, In: O. Fesenko, L. Yatsenko (Eds), Nanomaterials and Nanocomposites, Nanostructure Surfaces, and Their Applications, Springer Proceedings in Physics, vol. 246, Springer, Cham, 2021, 627-639, (2021).

22. *A. Herus, A.V. Savytskyi, A.P. Pospelov, Yu.S. Doronin, V.L. Vakula, E. Faulques, G.V. Kamarchuk*, Study of the mechanism of the cyclic switcher effect for quantum sensing with dendritic Yanson point contacts, in: II International Advanced Study Conference "Condensed Matter and Low Temperature Physics", Abstracts book, 6-12 June 2021, Kharkiv, Ukraine, 131, (2021).
23. *A. Herus, A.V. Savytskyi, A.P. Pospelov, Yu.S. Doronin, V.L. Vakula, E. Faulques, G.V. Kamarchuk*, Highly selective multifunctional gas detector for gas and liquid media, in: "International workshop for young scientists "Functional materials for technical and biomedical applications", Abstracts book, 6-10 September 2021, Kharkiv, Ukraine, 39, (2021).

Результати дисертаційної роботи повністю відображено у публікаціях. Постановка задач, розглянутих у статтях 1-4 належать науковим керівникам. Усі результати, включені до дисертації, були отримані автором особисто, з використанням консультацій наукового керівника 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. VII International Conference for Young Scientists "LOW TEMPERATURE PHYSICS" (Kharkiv, Ukraine, June 6-10, 2015)
2. VIII International Conference for Professionals and Young Scientists "Low Temperature Physics" (Kharkiv, Ukraine, May 29 - June 2, 2017)
3. IONS Balvanyos 2017 (Transylvania, Romania, July 25-26, 2017)
4. International Young Scientists Conference Optics and High Technology Material Science – SPO 2017 (Kyiv, Ukraine, October 26-29, 2017)
5. International conference Physical phenomena in solids (Kharkov, Ukraine, December 5-8, 2017)
6. IX International Conference for Professionals and Young Scientists "Low Temperature Physics" (Kharkov, Ukraine, June 4-8, 2017)

7. VIII International Conference on Optoelectronic Information Technologies (Vinnytsia, Ukraine, October 2-4, 2018)
8. NATO ARW "Terahertz, Mid InfraRed and Near InfraRed Technologies for Protection of Critical Infrastructures against Explosives and CBRN" (Liblice, Czech Republic, November 5-9, 2018)
9. XV All-Ukrainian student science conference "Physics and technological progress" (Kharkiv, Ukraine, April 15, 2019)
10. International Conference for Professionals and Young Scientists "Low Temperature Physics" (Kharkov, Ukraine, June 3-7, 2019)
11. NANO- 2019 (Lviv, Ukraine, August 27-30, 2019)
12. OSA Frontiers in optics (Washington, DC, USA September 15-19, 2019)
13. XIV International Scientific Conference "Physical Phenomena in Solids" (Kharkov, Ukraine, December 3-5, 2019)
14. International Advanced Study Conference "Condensed Matter and Low Temperature Physics 2020" (Kharkiv, Ukraine, June 8-14, 2019)
15. II International Advanced Study Conference "Condensed Matter and Low Temperature Physics" (Kharkiv, Ukraine, June 6-12, 2021)
16. International workshop for young scientists "Functional materials for technical and biomedical applications" (Kharkiv, Ukraine, September 6-10, 2021).

7. Практичне та теоретичне значення дисертації.

Результати, що були отримані під час виконання дисертаційної роботи, мають великі перспективи для широкого практичного застосування. Різноманітність методів, що використовуються у сучасних сенсорних нанопристроях, має вирішальне значення для широкомасштабного використання сенсорів у багатофункціональних пристроях і технологіях. У цьому сенсі квантові сенсори мають неабиякі перспективи. Універсальні можливості квантових точково-контактних чутливих елементів по відношенню до детектування різноманітних газових середовищ, що були виявлені та досліджені

в даній дисертаційній роботі, є запорукою залучення цих інноваційних об'єктів до розробки новітніх квантових сенсорних технологій.

В дисертаційній роботі запропоновано нову концепцію селективного виявлення газів та рідин на основі формування вихідної квантової системи за участі об'єкту, що аналізується. Реєстрація енергетичних станів системи здійснюється у динамічному режимі за допомогою дендритних точкових контактів Янсона, які синтезуються електрохімічно у досліджуваному газовому середовищі. Запропонований підхід дозволяє розробити універсальний метод селективного виявлення багатьох газоподібних і рідких середовищ, у тому числі таких речовин, що важко піддаються виявленню. До таких речовин, зокрема, відносяться метан і інертні гази. У кінцевому рахунку цей метод може стати основою інноваційної квантової сенсорної технології. Підтвердженням реалістичності цього твердження є розробка прототипу нового квантового сенсора, чутливим елементом якого є точковий контакт Янсона, та його дослідження в рамках даної дисертаційної роботи.

Окрім очевидних перспектив практичного застосування у високотехнологічних розробках, результати дисертаційної роботи мають велике фундаментальне значення. Відкриття та попереднє дослідження механізму селективного детектування складних середовищ на основі квантування кондактансу, що мали місце при виконанні даної дисертаційної роботи, створюють необхідні стартові умови для подальших фундаментальних досліджень квантових сенсорних ефектів, спрямованих на пошук нових сенсорних механізмів та розвиток квантової сенсорики. За великим рахунком, результати дисертаційної роботи дають поштовх до розвитку нового дослідницького напрямку у сенсорних дослідженнях.

УХВАЛИЛИ:

1. Розглянувши дисертацію та наукові публікації, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, а також за результатами 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 спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна Національної академії наук України прийнято рішення, що дисертаційна робота Герус Анни Олегівни «Сенсорні властивості дендритних точково-контактних наноструктур», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, є завершеною науковою працею, складає вагомий внесок у розвиток досліджень сенсорних властивостей дендритних точково-контактних наноструктур, і 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 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 наукового керівника і рецензентів, ухвалити **висновок** про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Герус Анни Олегівни «Сенсорні

властивості дендритних точково-контактних наноструктур» 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 Герус Анни Олегівни «Сенсорні властивості дендритних точково-контактних наноструктур», до офіційного захисту на здобуття ступеня доктора філософії** зі спеціальності 104 «Фізика та астрономія».

Результати голосування щодо рекомендацій до захисту дисертації Герус Анни Олегівни «Сенсорні властивості дендритних точково-контактних наноструктур» 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 спектроскопії молекулярних систем і наноструктурних матеріалів ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України):

«За» - 31

«Проти» - 0

«Утримались» - 1

Головуючий на засіданні

Голова Наукової ради з проблеми

«Електронні властивості провідних та надпровідних систем»

ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України

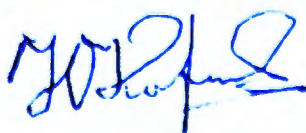
доктор фіз.-мат. наук, професор,

головний науковий співробітник

відділу мікроконтактної спектроскопії

ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна

НАН України



Юрій КОЛЕСНІЧЕНКО