Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003494

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-12-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: №319 СТ від 10 лютого 2025 року

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гарбуз Дмитро Олександрович
2. Dmytro Harbuz

Кваліфікація: 105

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5241-9714

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Дата захисту: 24-01-2025

Спеціальність за освітою: Фізичне матеріалознавство

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 64.050.164 - 7359

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.19

Тема дисертації:

1. Структурні та електрофізичні властивості точково-контактних сенсорних мультиструктур

2. Structural and electrophysical properties of point-contact sensor multistructures

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена розробці методу створення точково-контактних сенсорних матриць з характеристиками, що відтворюються, удосконаленню технології отримання таких нанооб'єктів, проведенню досліджень, що спрямовані на поглиблення розуміння природи точково-контактних сенсорів видихуваного газу на основі сполуки тетраціанохінодіметану, а також розробці методологічної основи для аналізу спектральних сенсорних профілів газу, що видихається, з медичним застосуванням. Точкові контакти Янсона являють собою електричні контакти між масивними електродами з площею дотику, що характеризується діаметром, меншим або порівняним із середньою довжиною вільного пробігу носіїв заряду в речовині. Співвідношення між довжиною вільного пробігу електрона і діаметром контакту визначає межу між звичайними електричними контактами і точковими контактами Янсона, а також відмінність їх фізичних

властивостей. Ці відмінності обумовлені тим, що у точкових контактах Янсона велика довжина вільного пробігу електронів у порівнянні з їх розмірами забезпечує розділення у просторі теплових ефектів та нерівноважних електронних процесів, які відповідальні за спектральні та сенсорні властивості цих квантових об'єктів. Така особливість забезпечує унікальні можливості точкових контактів Янсона, що робить їх привабливими об'єктами для розробки газових сенсорів. У якості газочутливого матеріалу для створення функціонального шару сенсору на основі точкових контактів Янсона було використано сполуку тетраціанохінодіметану (TCNQ). Вибір матеріалу був обумовлений високою анізотропією електричної провідності, що характерна для органічних провідників. У процессі синтезу об'єктів дослідження створювалась речовина Cu-TCNQ. Для синтезу функціональних та модельних зразків використано оригінальну техніку комбінованого електрохімічного осадження з примусовою конвекцією. У процесі роботи досліджено структуру та фазовий склад газових точково-контактних сенсорів на основі сполуки Cu-TCNQ. Визначено залежність поверхневої морфології отримуваних нанооб'єктів від режимів їх синтезу. Отримані газові сенсори надалі використано для детектування газу, що видихається людиною. Такий газ є складною газовою сумішшю, що несе інформацію про метаболічний стан організму. Ця інформація міститься у енергетичному профілі видихуваного газу, який вимірюється у вигляді сигналу відгуку точково-контактного сенсора. Аналіз особливостей кривої відгуку точково-контактних сенсорів на дію видихуваного газу людини із застосуванням коректної математичної обробки результатів забезпечує можливість визначення характеристичних параметрів, які надалі можуть бути використані для розробки математичного алгоритму виявлення окремих областей профілю видихуваного газу, що відповідають різним метаболічним процесам, які відбуваються в організмі людини. У ході дисертації запропоновано методологічну послідовність процедур по визначенню вмісту серотоніну, кортизолу та мелатоніну в організмі людини за аналізом газу, що видихається, з використанням точково-контактних сенсорів. Розроблено універсальний підхід по неінвазивному визначенню вмісту гормонів, що базується на дослідженні особливостей кривих відгуку датчиків на дію газової суміші та продемонстровано його функціональність. Результати досліджень, що висвітлено в даній роботі, дозволяють значним чином покращити розуміння природи точково-контактних сенсорів газу, що наближає перспективи їх широкого використання для медичної діагностики. Висока достовірність результатів була гарантована завдяки застосуванню сучасного експериментального обладнання, використанню оригінальних методів та методик, які показали свою ефективність та були апробовані під час попередніх досліджень, визнаних науковою спільнотою, а також високим фаховим рівнем співавторів наукових публікацій. Результати досліджень, що лягли в основу даної роботи, були апробовані у медичних дослідженнях у державній установі «Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків Національної академії медичних наук України», м. Харків, що стало підтвердженням їхньої високої надійності та затребуваності. Матеріали роботи було впроваджено в навчальний процес кафедри фізики металів і напівпровідників Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут».

2. The thesis is devoted to the development of a method for creating point-contact sensor matrices with reproducible characteristics, improvement of the technology for obtaining such nano-objects, carrying out studies aimed at deepening the understanding of the nature of point-contact breath sensors based on the tetracyanoquinodimethane compound, as well as the development of a methodological basis of the approach to analyze the spectral sensor profiles of breath for medical purposes. Yanson point contacts are electrical contacts between two bulk electrodes with a contact area diameter smaller than or comparable to the mean free path of charge carriers in the substance. The ratio between the electron mean free path and the contact diameter defines the boundary between conventional electrical contacts and Yanson point contacts, as well as the difference in their physical properties. The large electron mean free path compared to the size of Yanson point contact ensures the spatial separation of thermal effects and non-equilibrium electronic processes that are responsible for the spectral and sensor properties of these quantum objects. This feature provides unique capabilities of Yanson point contacts, making them attractive objects for the gas sensors development. The tetracyanoquinodimethane (TCNQ) compound was used as a gas-sensitive material for creating a functional layer of a sensor based on Yanson point contacts. The choice of the material was caused by the typical for organic conductor high anisotropy of electrical

conductivity. In the process of synthesizing the research objects, the substance Cu-TCNQ was obtained. For the synthesis of functional and model samples, an original technique of combined electrochemical deposition with forced convection was used. It the process of the study, the structure and phase composition of point-contact gas sensors based on the Cu-TCNQ compound were investigated. The dependence of the surface morphology of the obtained nanoobjects on corresponding synthesis regime was determined. The obtained gas sensors were used to analyze gas exhaled by a person. Such gas is complex gas mixture, which carry the information related to the metabolic state of the body. This information is contained in the energy profile of the breath, which is measured as the response signal of the point-contact sensor. Analysis of the response curve features of point-contact sensors to the action of human breath using correct mathematical processing of the results provides the ability to determine characteristic parameters that can later be used to develop a mathematical algorithm for detecting individual areas of the breath profile that correspond to various metabolic processes occurring in the human body. The thesis materials propose a methodological sequence of procedures for determining the content of serotonin, cortisol and melatonin in the human body by analyzing breath using point-contact gas sensors. The universal approach that is based on the study of response curve features to non-invasive investigate the hormones content has been developed and its functionality has been shown. The results of the research, which are demonstrated in this work, allow to improve significantly the understanding of the nature of point-contact gas sensors, which brings closer the prospects of their widespread use for medical diagnostics. High reliability of the results is guaranteed by using of modern experimental equipment, original methods and techniques that have shown their effectiveness and have been tested during numerous studies. The study results have been recognized by the scientific community. The results of the study, which formed the basis of this thesis, were tested in medical research at the SI “Institute for Children and Adolescents Health Care” of the NAMS of Ukraine, Kharkiv, which confirmed their high reliability and demand. Thesis materials were introduced into the educational process of the Department of Metals and Semiconductors Physics of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute".

Державний реєстраційний номер ДіР: 0117U002294

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Новий напрямок у науці і техніці

Публікації:

- Harbuz D.A., Pospelov A.P., Gudimenko V.A., Konotop A.P., Mateychenko P.V., Kowalska D.A. Surface morphology features of point contact gas sensors based on Cu-TCNQ compound. Molecular Crystals and Liquid Crystals, 2021, №718 (1), Pp. 25-35.
- Kamarchuk G., Pospelov A., Savytskyi A., Gudimenko V., Vakula V., Herus A., Harbuz D., Kamarchuk L., Pereira M.F. On the prospect of application of point-contact sensors to solving the global security problems: An analytical review. Terahertz (THz), Mid Infrared (MIR) and Near Infrared (NIR) Technologies for Protection of Critical Infrastructures Against Explosives and CBRN. Ed. by. M.F. Pereira and A. Apostolakis. Springer, Dordrecht, 2021, Pp. 203-225.
- Harbuz D.O., Pospelov A.P., Belan V.I., Gudimenko V.A., Vakula V.L., Kamarchuk L.V., Volkova Y.V., Kamarchuk G.V. New express method for melatonin determination in the human body. Low Temperature Physics, 2021, № 47 (3). Pp. 233-241.
- Kamarchuk G.V., Pospelov A.P., Kamarchuk L.V., Savytskyi A.V., Harbuz D.A., Vakula V.L. Point-Contact Sensors as an Innovative Tool in Defense Against Chemical Agents, Environment and Health Risks: A Review. Functional Nanostructures and Sensors for CBRN Defence and Environmental Safety and Security. Ed. by. A. Sidorenko and H. Hahn. Springer, Dordrecht, 2020, Pp. 245-270.

- Pospelov A. P., Belan V. I., Harbuz D. O., Vakula V. L., Kamarchuk L. V., Volkova Y. V., Kamarchuk G. V. Selective detection of complex gas mixtures using point contacts: concept, method and tools. Beilstein Journal of Nanotechnology, 2020. № 11. Pp. 1631-1643.
- Kamarchuk G.V., Pospelov A.P., Harbuz D.A., Gudimenko V.A., Kamarchuk L.V., Zaika A.S., Pletnev A.M., Kravchenko A.V. Nanostructural point-contact sensors for diagnostics of carcinogenic strains of Helicobacter pylori. Біофізичний вісник, 2017. № 38 (2). Pp. 66-78.
- Gudimenko V. A., Harbuz D. A., Klimkin A. S., Vakula V. L., Pospelov A. P., Kamarchuk G. V. Selection of point-contact sensors for analysis of complex gas media. Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна, серія «Фізика», 2017. № 27. Pp. 26-30.
- Kamarchuk G.V., Pospelov A.P., Harbuz D.O., Savytskyi A.V., Herus A.O., Belan V.I., Gudimenko V.A., Vakula V.L., Kamarchuk L.V. Point-contact sensors as an advanced tool for real-time analysis of molecular systems. NANOBIOPHYSICS: Fundamental and Applied Aspects “NBP-2021”: proceedings of the 7th International Conference (Kharkiv, 4-8 October 2021). Kharkiv, 2021. P.52.
- Harbuz D.O., Pospelov A.P., Belan V.I., Gudimenko V.A., Vakula V.L., Kamarchuk L.V., Volkova Y.V., Kamarchuk G.V. The determination of melatonin content in the human body using exhaled gas analysis. NANOBIOPHYSICS: Fundamental and Applied Aspects “NBP-2021”: proceedings of the 7th International Conference (Kharkiv, 4-8 October 2021). Kharkiv, 2021. P.45.
- Harbuz D.O., Pospelov A.P., Belan V.I., Gudimenko V.A., Vakula V.L., Kamarchuk L.V., Volkova Y.V., Kamarchuk G.V. Melatonin content determination by a breath test analysis. Functional materials for technical and biomedical applications: proceedings of the International school-seminar for young scientist (Koropove, 6-10 September 2021). Kharkiv, 2021. P. 18.
- Konotop O.P., Harbuz D.O., Gudimenko V.A., Pospelov A.P., Kamarchuk G.V. Structural analysis and surface morphology of point-contact nanosensors based on Cu-TCNQ compound. Functional materials for technical and biomedical applications: proceedings of the International school-seminar for young scientist (Koropove, 6-10 September 2021). Kharkiv, 2021. P. 11.
- Harbuz D.A., Doronin Yu.S., Lototskaya V.A., Tkachenko A.A., Vakula V.L., Kamarchuk G.V. Cluster source of vacuum ultraviolet and ultrasoft x-ray radiation: from basic research to practical application. Nanotechnology and nanomaterials “NANO-2020”: proceedings of the 8th International Conference (Lviv, 26-29 August 2020). Lviv, 2020. P. 477.
- Harbuz D.O., Pospelov A.P., Belan V.I., Gudimenko V.A., Vakula V.L., Kamarchuk L.V., Volkova Y.V. Melatonin determination in the human organism by a breath test. Advanced Study Conference “Condensed Matter & Low Temperature Physics 2021”: proceedings of the 2nd International conference (Kharkiv, 6-12 June 2021). Kharkiv, 2021. P. 146.
- Harbuz D.O., Pospelov A.P., Romanov M.D., Mateychenko P.V., Konotop A.P., Gudimenko V.A., Kamarchuk G.V. Surface morphology of nanostructured gas sensors based on metal-polymer compounds. Electronic processes in organic and inorganic materials “ICEPOM-12”: proceedings of the 12th international conference (Kamianets-Podilskyi, 1-5 June 2020). Kamianets-Podilskyi, 2020. P. 215.
- Romanov M.D., Harbuz D.O., Gudimenko V.O., Pospelov A.P., Kamarchuk G.V. The influence of crystallization parameters of TCNQ-based point-contact structures on their electro-physical sensing properties in gases. Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців: матеріали міжнародної науково-практичної конференції магістрантів та аспірантів (м. Харків, 19 – 22 листопада 2019). Харків, 2019. С. 538.
- Harbuz D.O., Pospelov A.P., Romanov M.D., Mateychenko P.V., Konotop A.P., Gudimenko V.A., Kamarchuk G.V. Revealing of correlation between morphology and sensing parameters of TCNQ based point-contact sensors. Фізичні явища в твердих тілах: матеріали доповідей XIV Міжнародної наукової конференції. (м. Харків, 3-5 Грудня 2019). Харків, 2019, С.39.
- Harbuz D.O., Konotop O.P., Gudimenko V.A., Pospelov A.P., Kamarchuk G.V. Structural features of point-contact sensors based on tetracyanoquinodimethane compounds. International Conference for Professionals and Young Scientists “Low Temperature Physics 2019”: proceedings of the 10th International Conference

(Kharkiv, 3-8 June 2019). Kharkiv, 2019. P. 104.

- Uzun E., Kamarchuk G., Pospelov A., Kamarchuk L., Harbuz D., Gudimenko V., Vakula V. Point-contact nanosensors for solving security problems. Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції. (м. Харків, 21-22 листопада 2019). Харків, 2019, С. 84-86.
- Harbuz D.O., Pospelov A.P., Gudimenko V.A., Tkachenko A.A., Kamarchuk G.V. Detection of human emotional states through real-time sensor breath analysis. International Conference for Professionals and Young Scientists “Low Temperature Physics 2018”: proceedings of the 9th International Conference (Kharkiv, 4-8 June 2018). Kharkiv, 2018. P. 143.
- Kamarchuk G., Pospelov A., Savitsky A., Gudimenko V., Vakula V., Herus A., Harbuz D., Kamarchuk L. On the prospect of application of point-contact sensors to solving global security problems. Terahertz (THz), Mid Infrared (MIR) and Near Infrared (NIR) Technologies for Protection of Critical Infrastructures Against Explosives and CBRN: proceedings of the Advanced Research Workshop (Liblice, 5-9 November 2018). Prague, 2018. O21.
- Harbuz D., Pospelov A., Gudimenko V., Tkachenko A., Kamarchuk G. Sensor profiling of breath gas as a tool to thwart terror attacks. Terahertz (THz), Mid Infrared (MIR) and Near Infrared (NIR) Technologies for Protection of Critical Infrastructures Against Explosives and CBRN: proceedings of the Advanced Research Workshop (Liblice, November 5-9 2018). Prague, 2018. P3.
- Kamarchuk G.V., Pospelov A.P., Gudimenko V.A., Garbuz D.A., Kamarchuk L.V. Innovative point-contact nanosensors for real-time detection of Helicobacter pylori virulent strains. NANOBIOPHYSICS: Fundamental and Applied Aspects "NBP-2017" : proceedings of the 5th international conference (Kharkiv, October 2-5 2017). Kharkiv, 2017. P. 24.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; матеріали; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0117U002294

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Камарчук Геннадій Васильович

2. Hennadii Kamarchuk

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1105-8019

Додаткова інформація: Scopus Author Identifier 6603094828

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

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зубарєв Євгеній Миколайович
2. Evgeniy Zubarev

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6494-317X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Долбин Олександр Вітольдович
2. Oleksandr Dolbyn

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8631-5051

Додаткова інформація: Scopus Author Identifier 6603895851; Web of Science ResearcherID: Q-1694-2018

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

Код за ЄДРПОУ: 03534601

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Харків, Харківський р-н., 61103, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Довбешко Галина Іванівна

2. Galyna Dovbeshko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7701-0106

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Зайцев Роман Валентинович

2. Roman V. Zaitsev

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2286-8452

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сіпатов Олександр Юрійович

2. Oleksandr Y. Sipatov

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2693-2135

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Малихін Сергій Володимирович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Малихін Сергій Володимирович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Гарбуз Дмитро Олександрович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна