

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U004997

Державний реєстраційний номер: 0125U001466

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-12-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Вдосконалення експериментальних методик досліджень нанорозмірних мультифероїків, характеристика зразків та проведення тестових вимірювань.

Початок етапу: 03.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

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

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445251220, 380445251589

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541230

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 700.000
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Нанорозмірні мультифероїки з поліпшеними магнітокалоричними властивостями.

Назва роботи англійською:

Nanoscale multiferroics with improved magnetocaloric properties.

Реферат українською:

У роботі представлено цілісну картину дефект- та розмірно-керованих магнітних і полярних явищ у різномірних наноструктурованих системах — від киснево-дефіцитних перовскітоподібних феритів до оксидних наночастинок $\text{Hf}_0\text{Zr}_{1-x}\text{O}_{3-x}$, полімер-керамічних композитів на основі $\text{P(VDF-TrFE)-BaTiO}_3$ та щільно упакованих масивів сегнетоелектричних нанодротів. Показано, що для наночастинок CaFeO_3 , синтезованих золь-гель методом, які є однофазні. Намагніченість насичення й коерцитивна сила, CaFeO_3 , мають виразну температурну еволюцію з переходом від феромагнітної до суперпарамагнітної поведінки нижче кімнатної температури. Калориметрія водних розчинів під змінними полями різної амплітуди підтверджує керовані втрати на нагрів і релевантність до магнітної гіпертермії. Для надмалих (5–10 нм) наночастинок $\text{Hf}_0\text{Zr}_{1-x}\text{O}_{3-x}$, отриманих твердофазним органонітратним синтезом, поєднання спектроскопії комбінаційного розсіювання, елементного аналізу та рентгеноструктурних досліджень показує домінування орторомбної фази без помітних магнітних домішок; суперпарамагнітний відгук інтерпретується як наслідок кисневих вакансій, збагачених біля поверхні частинок. У композитних плівках P(VDF-TrFE) з наночастинками BaTiO_3 (середній розмір ~24 нм) виявлено нетривіальну температурно-частотну поведінку діелектричної проникності: біля температури «замерзання» полімерної матриці (~–50 °C) виникає перехід від слабкої до сильно нелінійної залежності, за яким слідує дифузна ступінчаста зміна (0–40 °C) і, залежно від об'ємної частки BaTiO_3 (20–70 %), максимум або квазіплато; частотна дисперсія різко посилюється поблизу екстремумів, а фото-відгук на ІЧ-модуляцію має переважно фотоелектричну, а не піроелектричну природу. Запропонована феноменологічна модель з урахуванням екранування та перехресних диполь-дипольних взаємодій пояснює спостережувані ефекти і передбачає виникнення стану з негативною ємністю за високої концентрації наночастинок.

Реферат англійською:

This work presents a comprehensive picture of defect- and size-controlled magnetic and polar phenomena in heterogeneous nanostructured systems, ranging from oxygen-deficient perovskite-like ferrites to oxide nanoparticles of $\text{Hf}_0\text{Zr}_{1-x}\text{O}_{3-x}$, polymer-ceramic composites based on $\text{P(VDF-TrFE)-BaTiO}_3$, and densely packed arrays of ferroelectric nanowires. It is shown that single-phase CaFeO_3 nanoparticles synthesized by the sol-gel method exhibit a pronounced temperature evolution of the saturation magnetization and coercive field, with a transition from ferromagnetic to superparamagnetic behavior upon cooling below room temperature. Calorimetric measurements of aqueous suspensions subjected to alternating magnetic fields of different amplitudes confirm controllable heating losses and their relevance to magnetic hyperthermia. For ultrasmall (5–10 nm) $\text{Hf}_0\text{Zr}_{1-x}\text{O}_{3-x}$ nanoparticles obtained by solid-state organonitrate synthesis, a combination of Raman spectroscopy, elemental analysis, and X-ray diffraction reveals the dominance of the orthorhombic phase in the absence of detectable magnetic impurities. In P(VDF-TrFE) composite films containing BaTiO_3 nanoparticles (average size ≈ 24 nm), a nontrivial temperature-frequency behavior of the dielectric permittivity is observed. Near the “freezing” temperature of the polymer matrix (≈ -50 °C), a crossover from weakly to strongly nonlinear behavior emerges, followed by a diffuse step-like change in the 0–40 °C range and, depending on the BaTiO_3 volume fraction (20–70%), either a pronounced maximum or a quasi-plateau. The frequency dispersion increases sharply in the vicinity of these extrema, while the photoresponse under infrared modulation is predominantly photoelectric rather than pyroelectric in origin. A phenomenological model accounting for screening and mutual dipole-dipole

interactions explains the observed effects and predicts the emergence of a negative-capacitance state at high nanoparticle concentrations.

Індекс УДК: 548:537.621; 538.955Ф405; 539.21:537.621

Коди тематичних рубрик: 29.19.37

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Боднарук Андрій Васильович

Науковий ступінь: к. ф.-м. н.

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Вплив концентрації точкових дефектів вакансійного типу на магнітокалоричні характеристики нанорозмірних мультифероїків. Технологічні умови отримання однофазних мультифероїків на основі рідкісноземельних манганітів. Вплив розмірних ефектів на покращення електрокалоричних властивостей мультифероїків.

Назва НТП англійською: The influence of the concentration of vacancy-type point defects on the magnetocaloric characteristics of nanoscale multiferroics. The technological conditions for obtaining single-phase multiferroics based on rare-earth manganites. The influence of size effects on improving the electrocaloric properties of multiferroics.

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: 72.19

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Встановлені закономірності "розмір-склад-структура-властивості" та отримання нових нанорозмірних мультифероїків на основі рідкісноземельних манганітів, перовськітів та/або ортоферитів із поліпшеними магнітокалоричними властивостями.

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

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Polek T, A. Bodnaruk, V Kalita, S. Ryabchenko, Shilpy Jetly, Sanjeev Kumar, Gurmeet Singh Lotey, A. Tovstolytkin. 2025. "Magnetic Behavior and Heating Efficiency of CaFeO₂ Nanoparticles for Magnetic Hyperthermia Applications." *Low Temperature Physics*, April, 51 (8): 993–97. DOI: <https://doi.org/10.1063/10.0038641>.
2. Anna N. Morozovska, Andrii V. Bodnaruk, Oleksandr S. Pylypchuk, Denis O. Stetsenko, Andrii D. Yaremkevich, Oksana V. Leshchenko, Victor N. Pavlikov, Yuri O. Zagorodniy, Valentin V. Laguta, Lesya P. Yurchenko, Lesya Demchenko, Myroslav V. Karpets, Olena M. Fesenko, Victor V. Vainberg, and Eugene A. Eliseev, Multiferroicity of oxygen-deficient Hf_xZr_{1-x}O_{2-y} nanoparticles (2025); <https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.21621>
3. Oleksii V. Bereznykov, Oleksandr S. Pylypchuk, Victor I. Styopkin, Serhii E. Ivanchenko, Denis O. Stetsenko, Eugene A. Eliseev, Zdravko Kutnjak, Vladimir N. Poroshin, Anna N. Morozovska, and Nicholas V. Morozovsky. 2025. "Interfacial Effects and Negative Capacitance State in P (VDF-TrFE) Films with BaTiO₃ Nanoparticles.", *Composite Interfaces*, 1–19 (2025); <https://doi.org/10.1080/09276440.2025.2538943>
4. J.M. Gudenko, O.S. Pylypchuk, V.V. Vainberg, V.N. Poroshin, D.O. Stetsenko, I.A. Gvozдовskyy, O.V. Bereznykov, S.E. Ivanchenko, E.A. Eliseev, A.N. Morozovska. 2025. "Dynamics of charge states at the surface of a ferroelectric nanoparticle in a liquid crystal", *Semiconductor Physics, Optoelectronics and Quantum Electronics*, 28 (3), 258 (2025); <https://doi.org/10.15407/spqeo28.03.258>.
5. Anna N. Morozovska, Oleksii V. Bereznykov, Maksym V. Strikha, Oleksandr S. Pylypchuk, Zdravko Kutnjak, Eugene A. Eliseev, and Dean R. Evans. Domain Morphology, Electrocaloric Response, and Negative Capacitance States of Ferroelectric Nanowires Array (2025); <https://doi.org/10.48550/arXiv.2511.01092> (<http://arxiv.org/abs/2511.01092>)
6. A.V. Bodnaruk, I. V. Fesych, D. O. Stetsenko, O. V. Bereznykov. 2025 "Temperature dependence of magnetization nanopowder LaFeO₃". (Conference paper, Nanocomposite and nanomaterials, poster, Bukovel, August 20–23, 2025)
7. Oleksii V. Bereznykov, Oleksandr S. Pylypchuk, Victor V. Vainberg, Vladimir N. Poroshin, Oksana V. Leshchenko, Victor N. Pavlikov, Eugene A. Eliseev and Anna N. Morozovska. 2025. "Dielectric response of Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ nanoparticles and nanocomposites"(Conference paper "MODERN PROBLEMS OF SOLID-STATE PHYSICS AND MAGNETISM", in memory of Academician Viktor G. Bar'yakhtar, online speech, Kyiv, September 24–26, 2025).

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Бондар Михайло Віталійович

д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Березников Олексій Віталійович

Боднарук Андрій Васильович

(к. ф.-м. н., 01.04.07)

Заморський Владіслав Олексійович

(д.філософ, 105)

Стеценко Денис Олегович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Машкіна Валентина Леонідівна

Телефон

096 812 2212

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна