Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0226U004745

Державний реєстраційний номер: 0124U003757

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-11-2026

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Перспективні застосування метастабільних завихрених станів поляризації у нанофероїках.

Початок етапу: 03.2026

Закінчення етапу: 12.2026

Вид звітного документа: Остаточний 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): Національний фонд досліджень України

Код за ЄДРПОУ: 42734019

Місцезнаходження: вул. Бориса Грінченка, 1, м. Київ, 01001, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442981622

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)

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201300

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 3499.998

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Багатократно-вироджені метастабільні стани спонтанної поляризації нанофероїків: теорія, експеримент та перспективи для цифрової наноелектроніки.

Назва роботи англійською:

Manyfold-degenerated metastable states of spontaneous polarization in nanoferroics: theory, experiment and perspectives for digital nanoelectronics.

Реферат українською:

Проєкт спрямований на створення та дослідження багатократно-вироджених метастабільних станів спонтанної поляризації, індукованих розмірними ефектами у нанофероїках. Фундаментальне значення одержаних результатів полягає у тому, що знайдені умови виникнення метастабільних доменних структур різних типів у нано-фероелектриках та необхідні характеристики багатошарових наноструктур, де шар феро-йоніка з метастабільними станами доменної структури має негативну ємність у квазістатичному режимі. Теоретичні результати, якісно та напів-кількісно підтверджені експериментально, розкривають фізичні умови та механізми утворення багатократно-вироджених метастабільних доменних станів поляризації у різноманітних нано-феро-йоніках. Проведені експериментальні дослідження температурної залежності діелектричної сприйнятливості та провідності нанопорошків та композитних шарів феро-йоніків дозволяють поглибити розуміння фізичних механізмів провідності та переносу заряду в них, що в подальшому дасть змогу керувати цими властивостями. Практичне значення значення одержаних полягає у тому, що розроблені рекомендації для принципового покращення робочих характеристик польових транзисторів завдяки шару фероелектрика або феро-йоніка з негативною ємністю; а також для створення 3D мульти-бітової енергонезалежної пам'яті надвисокої щільності на нанорозмірних фероїках.

Реферат англійською:

The project focuses on the creation and investigation of manyfold-degenerated metastable states of spontaneous polarization, induced by size effects in nanoferroics. The fundamental significance of the results lies in the identification of conditions for the emergence of various types of metastable domain structures in nanoferroelectrics, as well as the determination of the necessary characteristics for multilayer nanostructures—specifically those containing a ferro-ionic layer with metastable domain structures that exhibit negative capacitance in a quasi-static regime. The theoretical findings, which have been qualitatively and semi-quantitatively confirmed through experiments, elucidate the physical conditions and mechanisms governing the formation of multiply degenerate metastable domain polarization states in a variety of nanoferro-ionics. Experimental studies on the temperature dependence of dielectric susceptibility and conductivity in nanopowders and composite layers of ferro-ionics provide a deeper understanding of the physical mechanisms underlying conductivity and charge transport, which will ultimately enable the control of these properties. The practical significance of the results lies in the development of recommendations for substantially improving the performance of field-effect transistors through the integration of a ferroelectric or ferro-ionic layer with negative capacitance. Furthermore, these findings offer a pathway for the creation of ultra-high-density 3D multi-bit non-volatile memory based on nanoscale ferroics.

Індекс УДК: 538.91Ф405; 548.5.01

Коди тематичних рубрик: 29.19.15

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Морозовська Ганна Миколаївна

Науковий ступінь:д.ф.-м.н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Нанорозмірні та наноструктуровані феро-йоніки з негативною ємністю.

Назва НТП англійською: Nanosized and nanostructured ferro-ionics with negative capacitance.

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: Знайдені та проаналізовані умови виникнення багатократно енергетично-вироджених метастабільних станів електричної поляризації, індукованих розмірними ефектами у нанофероїках. Зокрема, визначені умови виникнення феро-йонного стану у тонких композиційно-градієнтних плівках Al1-xScxN/AlN та наночастинках фероїків BaTiO3, Bi1-xSmxFeO3 та HfxZr1-xO2, яким притаманий ефект негативної диференційної ємності. Встановлені механізми впливу розмірного ефекту та нелінійного поверхневого екранування на феро-йонний стан та ефективну негативну ємність у наночастинках BaTiO3, HfxZr1-xO2 та Bi1-xSmxFeO3. Результати отримані вперше, не мають аналогів та є важливими для розвитку передової світової фундаментальної науки та новітніх застосувань у наноелектроніці в країнах-лідерах, США та ЄС. Втім ці результати в першу чергу важливі для підтримки розвитку передової науки в України.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Інше (Розробка теорії)

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 обгрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

[1]. Olha A. Kovalenko, Eugene A. Eliseev, Yuriy O. Zagorodniy, Srečo Davor Škapin, Marjeta Maček Kržmanc, Lesya Demchenko, Valentyn V. Laguta, Zdravko Kutnjak, Dean R. Evans, and Anna N. Morozovska. Strain-Gradient and Curvature-Induced Changes in Domain Morphology of BaTiO3 Nanorods: Experimental and Theoretical Studies, Physical Review Materials 10, 044409 (2026); https://doi.org/10.1103/b332-gcxc (журнал Q1)

[2]. Eugene A. Eliseev, Anna N. Morozovska, Sergei V. Kalinin, Long-Qing Chen, and Venkatraman Gopalan. Proximity Ferroelectricity in Compositionally Graded Structures. Advanced Electronic Materials 12 (7), e00661, 6 April (2026); https://doi.org/10.1002/aelm.202500661; (журнал Q1)

[3]. O.S. Pylypchuk, E.A. Eliseev, A.V. Bodnaruk, V.V. Laguta, Y.O. Zagorodniy, D.O. Stetsenko, A.D. Yaremkevich, O.V. Leshchenko, V.N. Pavlikov, Lesya Demchenko, V.I. Styopkin, M.V. Karpets, O.M. Fesenko, V.V. Vainberg, and A.N. Morozovska, Magnetic properties and charge transport mechanisms of oxygen-deficient HfxZr1-xO2-y nanoparticles. Ceramics International, 52 (12), Part A, 19173 (2026); https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2026.03.015 (журнал Q1)

[4]. Anna N. Morozovska, Eugene A. Eliseev, Sergei V. Kalinin, and Maksym V. Strikha. Critical sample sizes for appearance and disappearance of ferroelectricity in nanosized hafnia-zirconia: Landau-type theory. Physical Review B, 113, 174102 (2026); https://doi.org/10.1103/hcm2-x9nj; https://doi.org/10.48550/arXiv.2601.06267 (журнал Q1)

[5]. Anna N. Morozovska, Eugene A. Eliseev, Richard (Yu) Liu, Sergei V. Kalinin, and Dean R. Evans. Stress-Induced Ferroelectricity in Hafnium Oxide Core-Shell Nanoparticles. Physical Review Applied, 26, 044065 (2026); https://doi.org/10.1103/yktz-f1hv (журнал Q1)

[6]. Yuri O. Zagorodniy, Eugene A. Eliseev, Valentin V. Laguta, Petr Jiricek, Jana Houdkova, Lesya D. Demchenko, Oksana V. Leshchenko, Victor N. Pavlikov, Lesya P. Yurchenko, Anna O. Diachenko, Michail D. Volnyanskii, Oleksandr S. Pylypchuk, Myroslav V. Karpets, Mikhail P. Trubitsyn, Dean R. Evans, and Anna N. Morozovska. Stabilization of the Orthorhombic Phases in Hf0.5Zr0.5O2 Nanoparticles by Oxygen Vacancies. Physical Review B, 114, 214111 (2026); https://doi.org/10.1103/4l86-w61k (журнал Q1)

[7]. O.S. Pylypchuk, Victor V. Vainberg, Denis O. Stetsenko, Oleksii V. Bereznikov, Taisiia O. Kuzmenko, Serhii E. Ivanchenko, Bohdan Pokhylko, Vladyslav Kushnir, Lesya Demchenko, Volodimir N. Poroshin, Victor I. Styopkin, and Anna N. Morozovska. Electric Charge Transport and Dielectric Properties of the Barium Titanate Ceramics Obtained by Spark-Plasma Sintering with Different Carbon Content. Materials Research Express 13, 135603 (2026); https://doi.org/10.1088/2053-1591/ae85da (журнал Q2)

[8]. Oleksandr S. Pylypchuk, Vladislav O. Kolupaiev, Victor V. Vainberg, Vladimir N. Poroshin, Ihor V. Fesych, Lesya D. Demchenko, Eugene A. Eliseev, and Anna N. Morozovska, Correlations Between the Dielectric Properties, Domain Structure Morphology and Phase State of Bi1-xSmxFeO3 Nanoparticles. Semiconductor Physics, Optoelectronics and Quantum Electronics, 29 (3), 302-310 (2026); https://doi.org/10.15407/spqeo29.03.302 (журнал Q3-4)

[9]. Y.O. Zagorodniy, E.A. Eliseev, Petr Jiricek, Jana Houdkova, Lesya Demchenko, O.V. Leshchenko, V.N. Pavlikov, I.V. Pleskach, A.O. Diachenko, M.D. Volnyanskii, O.S. Pylypchuk, M.V. Karpets, M.P. Trubitsyn, and A.N. Morozovska. Correlations of Spectroscopic and Dielectric Properties of Hafnia-Zirconia Nanoparticles. Semiconductor Physics, Optoelectronics and Quantum Electronics, 29 (4) (2026); https://doi.org/10.48550/arXiv.2609.25295; https://doi.org/10.15407/spqeo29.04.000 (журнал Q3-4)

[10]. Rallev, M., Leonenko, E., Yaremkevych, A., Pylypchuk, A., Lavrynenko, O., & Fesenko, O. Magneto-Plasmonic Fe3O4–Pt nanohybrid for SEIRA and SERS-based thymine sensing. Molecular Crystals and Liquid Crystals, 1–21 (2026); https://doi.org/10.1080/15421406.2026.2619526 (журнал Q3-4)

[11]. Anna N. Morozovska and Maksym V. Strikha. Influence of the negative capacitance state of the layer with ferroelectric nanoparticles on the FET subthreshold swing. J. Phys.: Conf. Ser. 3263, 012029 (2026); https://doi.org/10.1088/1742-6596/3263/1/012029 (Scopus)

[12].Juliya M. Gudenko, Oleksandr S. Pylypchuk, Victor V. Vainberg, Denis O. Stetsenko, Igor A. Gvozdovskyy, Serhii E. Ivanchenko, Eugene A. Eliseev, Vladimir N. Poroshin, Anna N. Morozovska. Influence of BaTiO3 nanoparticles on the anisotropy of the dielectric properties of nematic liquid crystal 5CB. ArXiv Preprint (2026); https://doi.org/10.48550/arXiv.2607.26263 (прийнято до друку до Low Temperature Physics, журнал Q3-Q4)

[13]. Oleksandr S. Pylypchuk, Taisiia O. Kuzmenko, Denis O. Stetsenko, Oleksyi V. Bereznykov, Serhii E. Ivanchenko, Ihor M. Danylenko, Anna N. Morozovska, Vladimir N. Poroshin, Victor V. Vainberg. Impact of Carbon Contamination on the Low-Temperature Electric Conduction of the Spark-Plasma Sintered Barium Titanate Ceramics. ArXiv Preprint (2026); https://doi.org/10.48550/arXiv.2608.23151 (прийнято до друку до Low Temperature Physics, журнал Q3-Q4)

[14]. Vladyslav O. Kolupaiev, Olexander S. Pylypchuk, Vladimir N. Poroshin, Denis O. Stetsenko, Ihor V. Fesych, Lesya D. Demchenko, Eugene A. Eliseev, Victor V. Vainberg, and Anna N. Morozovska. A colossal dielectric response of Bi1-xSmxFeO3 nanopowders. ArXiv Preprint (2026); https://doi.org/10.48550/arXiv.2608.24420 (прийнято до друку до Low Temperature Physics, журнал Q3-Q4)

[15]. D. O. Stetsenko, O. V. Bereznikov, T. O. Kuzmenko, O. S. Pylypchuk, S. E. Ivanchenko, V. I. Styopkin, V. V. Vainberg, V. N. Poroshin, and A. N. Morozovska, Charge Transport and Dielectric Response of the Spark-Plasma Sintered Barium Titanate Ceramics with Different Carbon Content, Конференція для молодих вчених з фізики напівпровідників «Лашкарьовські читання», Київ, Інститут фізики напівпровідників, 3 квітня (2026),

[16]. Bereznykov O.V., Pylypchuk O.S., Gvozdovskyy I.A., Ivanchenko S.E., and Gudenko J.M. Electrical conductivity of nematic liquid crystals with ferroelectric nanoparticles. XXVI Міжнародна конференція молодих вчених з прикладної фізики ICAP 2026, Київ, Радіофізичний факультет НКУ ім. Тараса Шевченка, 8 травня (2026); https://icap.knu.ua/index.php/contents#sp

[17]. Pylypchuk O.S., Eliseev E.A., Leshchenko O.V., Pavlikov V.N. Zagorodniy Y.O., Poroshin N.V. and Morozovska A.N. Ferroelectricity in oxygen-deficient HfxZr1-xO2 nanoparticles; XII INTERNATIONAL CONFERENCE “TOPICAL PROBLEMS OF SEMICONDUCTOR PHYSICS”, Drohobych, May 25 - 29 (2026); https://sites.google.com/dspu.edu.ua/topic-problems-semiconductor/main

[18]. Kolupaiev V.O., Pylypchuk O.S., Vainberg V.V., Poroshin V.N., Fesych I.V., Demchenko L.D., Eliseev E.A., Morozovska A N. Peculiarities of dielectric response of Bi1-xSmxFeO3 nanopowders: experiment and theory; XII INTERNATIONAL CONFERENCE “TOPICAL PROBLEMS OF SEMICONDUCTOR PHYSICS”, Drohobych, May 25 - 29 (2026); https://sites.google.com/dspu.edu.ua/topic-problems-semiconductor/main

[19]. A.N. Morozovska, E.A. Eliseev, S.V. Kalinin. D.R. Evans. Influence of Chemical Stresses on Ferroelectric Properties of Hafnia-Zirconia Core-Shell Nanoparticles (oral presentation). 14-th International Conference on "Nanotechnology and Nanomaterials" (NANO-2026), Chernivtsi, Ukraine, August 26–28, (2026), https://nano-conference.iop.kiev.ua, https://www.iop.kiev.ua/ua/14-ta-mzhnarodna-konferencya-nanotehnolog-ta-nanomaterali-nano-2026/

[20]. A.N. Morozovska, E.A. Eliseev, and D.R. Evans. Manyfold-degenerated metastable states of spontaneous polarization in nanosized ferroics: theory, experiment, and perspectives for digital nanoelectronics (poster presentation). 14-th International Conference on "Nanotechnology and Nanomaterials" (NANO-2026), Chernivtsi, Ukraine, August 26–28, (2026), https://nano-conference.iop.kiev.ua, https://www.iop.kiev.ua/ua/14-ta-mzhnarodna-konferencya-nanotehnolog-ta-nanomaterali-nano-2026/

[21]. Stetsenko D.O., Gudenko J.M., Pylypchuk O.S., Vainberg V.1, Gvozdovskyy I.A., Ivanchenko S.E., Poroshin V.N. Mechanisms of dielectric response and electric conductivity of nematic liquid crystals with BaTiO3 nanoparticles (poster presentation). 14-th International Conference on "Nanotechnology and Nanomaterials", Chernivtsi, Ukraine, August 26–28, (2026), https://nano-conference.iop.kiev.ua, https://www.iop.kiev.ua/ua/14-ta-mzhnarodna-konferencya-nanotehnolog-ta-nanomaterali-nano-2026/

[22]. J. M. Gudenko, V. V. Vainberg, O. S. Pylypchuk, S. E. Ivanchenko, V. N. Poroshin, D. O. Stetsenko, I. A. Gvozdovskyy, A. N. Morozovska. The effect of BaTiO3 nanoparticles on the dielectric properties of the 5CB nematic liquid crystal. VI International Conference “Condensed Matter & Low-Temperature Physics”, p.151, June 1 – 5, Kharkiv (2026); https://doi.org/10.35668/cmltp2026boa

[23]. Єлісєєв Євген Анатолійович, Лещенко Оксана Вікторівна, Павліков Віктор Миколайович, Юрченко Леся Петрівна, Боднарук Андрій Васильович, Морозовська Ганна Миколаївна, Пилипчук Олександр Сергійович, Стеценко Денис Олегович, Фесенко Олена Мар'янівна. СПОСІБ ПІДСИЛЕННЯ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОГО КОНТРАСТУ РЕЧОВИНИ, номер патенту 164122, опубліковано 02.09.2026, бюл. № 35/2026; https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1943342/

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи — Бондар Михайло Віталійович, д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Гуденко Юлія Миколаївна
(к. ф.-м. н.)

Ковадло Вадим Петрович

Леоненко Євген Володимирович
(к. х. н.)

Морозовська Ганна Миколаївна
(д. ф.-м. н., проф., 01.04.07)

Пилипчук Олександр Сергійович
(к. ф.-м. н., с.д., 01.04.07)

Раллєв Максим Віталійович
(д.філософ, 104)

Стеценко Денис Олегович

Фесенко Олена Мар'янівна
(к. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.05)

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