Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U004985

Державний реєстраційний номер: 0124U002047

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-12-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Керована нелінійна динаміка спінтронних наноструктур

Початок етапу: 01.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут магнетизму імені В. Г. Бар'яхтара Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23494128

Місцезнаходження: бульв. Академіка Вернадського, буд. 36-б, м. Київ, 03142, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444243420

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)

Напрям 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:

Керування нелінійними процесами у спінтронних наноструктурах

Назва роботи англійською:

Controlling nonlinear processes in spintronic nanostructures

Реферат українською:

Продемонстровано можливість ефективного керування інтенсивністю та правилами відбору тримагнонних процесів розсіяння за допомогою керованого порушення симетрії магнітного стану; для наноточок у насиченому стані встановлено відповідність симетрії мод, які беруть участь у тримагнонному процесі, до симетрії керівного збурення. Розвинена теорія тримагнонного розсіяння об'ємних спінових хвиль на крайових модах, вказані шляхи керування цим процесом. Продемонстровано функціональність підсилювача спінових хвиль на основі вимушеного тримагнонного розсіяння. Встановлено, що гібридизація мод у багатошарових наноструктурах може бути ефективним механізмом керування чотиримагнонними процесами і, відповідно, параметричною нестійкістю другого порядку. Встановлено вплив нелінійної міжмодової взаємодії на динаміку спінтронних осциляторів, сформульовані умови реалізації одно-, двомодового та бістабільного режимів генерації та динамічного перемикання генерації.

Реферат англійською:

The possibility of efficient control of the intensity and selection rules of three-magnon scattering processes by means of controlled magnetic state symmetry breaking has been demonstrated; for nanodots in a saturated state, the symmetry of the modes participating in the three-magnon process has been found to correspond to the symmetry of the perturbing field. A theory of three-magnon scattering of bulk spin waves on edge modes has been developed, and ways to control this process have been indicated. The functionality of a spin wave amplifier based on stimulated three-magnon scattering has been demonstrated. It has been established that mode hybridization in multilayer nanostructures can be an efficient mechanism for controlling four-magnon processes and, consequently, second-order parametric instability. The influence of nonlinear intermodal interaction on the dynamics of spintronic oscillators is established, and conditions for the realization of single-, two-mode, and bistable regimes of generation and dynamic switching of generation are formulated.

Індекс УДК: 548:537.611.44 , 537.86/.87:530.182 , 537.6/.8

Коди тематичних рубрик: 29.19.39, 29.35.03

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Верба Роман Володимирович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: с.д.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Закономірності та методи керування нелінійними три- та чотиримагнонними процесами у магнітних наноструктурах за допомогою керованого порушення симетрії магнітного стану та/або зміни гібридизації спін-хвильових мод, та принципи підсилення спінових хвиль і керування генерацією спінтронних осциляторів на основі встановлених закономірностей.

Назва НТП англійською: The regularities and methods of controlling nonlinear three- and four-magnon processes in magnetic nanostructures by means of controlled symmetry breaking of the magnetic state and/or changes in spin-wave mode hybridisation, and the principles of spin wave amplification and control of spintronic oscillator generation based on established regularities.

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: Спінтроніка; техніка та електроніка НВЧ

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Закономірності та методи керування нелінійними три- та чотиримагнонними процесами у магнітних наноструктурах, що ґрунтуються на керованому порушенні симетрії магнітного стану та/або зміні гібридизації спін-хвильових мод, та принципи підсилення спінових хвиль і керування генерацією спінтронних осциляторів на основі встановлених закономірностей.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Інше (створення енергоефективних пристроїв НВЧ електроніки)

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: 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

R. Verba, J. Kharlan, V. Borynskyi, D. Slobodianiuk, A. Etesamirad, I. Barsukov, Controlling multimagnon interaction in magnetic nanodots and spintronic nanostructures // In: I. Vladymyrskyi, B. Hillebrands, A. Serha, D. Makarov, O. Prokopenko (eds.), Functional Magnetic and Spintronic Nanomaterials. NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics (Springer, Dordrecht, 2024), P. 89-132.

X. Ge, R. Verba, P. Pirro, A. V. Chumak, Q. Wang, Nanoscaled magnon transistor based on stimulated three-magnon splitting, Appl. Phys. Lett. 124, 122413 (2024).

K. Davídková , K. Levchenko, F. Bruckner, R. Verba, F. Majcen, Q. Wang, M. Lindner, C. Dubs, V. Vlaminck, J. Klíma, M. Urbánek, D. Suess, and A. Chumak, Nanoscale spin-wave frequency-selective limiter for 5G technology, Phys. Rev Appl. 23, 034026 (2025).

V. Borynskyi, J. Kharlan, and R. Verba, Effect of interfacial Dzyaloshinskii–Moriya interaction on three-magnon processes in thin magnetic nanodots, Фіз. низьк. темп. 51, 1094 (2025).

D. Slobodianiuk, A. Slavin, V. Tyberkevych, and R. Verba, Auto-oscillations and phase-locking in a multimode spin-torque oscillator, Фіз. низьк. темп. 51, 891 (2025).

J. Kharlan, R. Verba, K. Sobucki, P. Gruszecki, M. Krawczyk, Three-magnon scattering of spin wave on edge-localized mode in thin ferromagnetic film, Phys. Rev. B 112, 214438 (2025).

K. Sobucki, J. Kharlan, R. V. Verba, I. L. Lyubchanskii, M. Krawczyk, and P. Gruszecki, Nonlinear Effects in Inelastic Scattering of Spin-Wave Beams on Localized Modes for Controlling Propagation of Scattered Beams // INTERMAG 2024 (Rio de Janeiro, Brazil, May 5-10, 2024). – BB-07.

Yu. Dzhezherya, P. Polynchuk, A. Kravets and V. Korenivski, Ultrafast inertia-free switching of double magnetic tunnel junctions // Proceedings of the XIth International Conference “Topical problems of semiconductors physics” (Drohobych, Ukraine, May 27-31, 2024). – P. 19.

R. Verba, J. Kharlan, V. Borynskyi, D. Slobodianiuk, A. Etesamirad, I. Barsukov, Controlling multimagnon processes in magnetic nanostructures // IV International Conference “Condensed matter & low temperatures” (June 3-7, 2024, online). – P. 48.

J. I. Kharlan, V. Yu. Borynskyi, A. Etesamirad, I. Barsukov, R. V. Verba, Symmetry breaking as an efficient tool for controlling three-magnon scattering in nanomagnets // The International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2024) (21–24 August 2024, Uzhgorod, Ukraine). – P. 82.

R. Teslia, O. Kolezhuk, I. Gerasimchuk, Current-driven dynamics of domain walls in low-dimensional helimagnets // International Workshop on Unconventional Magnetism in Quantum Materials (July 14-15, 2025, Kyiv, Ukraine), – p. 3/6.

A. Hamadeh, R. Verba, D. Slobodianiuk, V. Borynskyi, G. De Loubens, P. Pirro, O. Klein, Coherent magnon interactions and multitone microwave emission in spintronic nano-oscillators: bridging nonlinear dynamics and phase-locked synchronisation // Magnonics 2025 (Cala Millor, Mallorca, Spain, July 28 - August 01, 2025) – p. 99.

P. Yu. Polynchuk, Yu. I. Dzhezherya, A. F. Kravets, V. Korenivski, Ultrafast inertia-free switching of double magnetic tunnel junctions // The International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” NANO-2025 (August 20-23, 2025, Bukovel, Ukraine), – p. 6.

D. V. Slobodianiuk, R. V. Verba, Multimode generation regime in spin-torque nano-oscillator // The International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” NANO-2025 (August 20-23, 2025, Bukovel, Ukraine), – p. 484.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Товстолиткін Олександр Іванович
д. ф.-м. н., 01.04.11

Перелік осіб-виконавців

Боринський Владислав Юрійович
(д.філософ, 105)

Заморський Владіслав Олексійович
(д.філософ, 105)

Полинчук Павло Юрійович
(д.філософ, 104)

Тесля Роман Русланович

Харлан Юлія Іванівна
(д.філософ, 104)

Відповідальний за підготовку облікових документів Шарай Ірина Вікторівна

Телефон +380679863802

Реєстратор Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Тетяна Анатоліївна