

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0525U000177

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-04-2025

Статус: Підтверджена МОН

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ МОН України від 03.07.2025 № 962



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Полевой Сергій Юрійович

2. Serhii Y. Polevoi

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6765-3127

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 01.04.03

Назва наукової спеціальності: Радіофізика

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 13-05-2025

Спеціальність за освітою: Апаратура радіозв'язку, радіомовлення і телебачення

Місце роботи здобувача: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 64.157.01

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.35.

Тема дисертації:

1. Електромагнітні властивості керованих метаповерхонь мікрохвильового діапазону та їхнє застосування
2. Electromagnetic properties of controlled microwave metasurfaces and their applications

Реферат:

1. Мета роботи – виявлення експериментальними та чисельними методами таких особливостей спектральних і поляризаційних властивостей метаповерхонь, які необхідні для реалізації ефективного керування цими властивостями в мікрохвильовому діапазоні довжин хвиль. Об'єкт досліджень – процеси поширення електромагнітних хвиль у керованих метаповерхнях мікрохвильового діапазону довжин хвиль. Теоретичні та практичні результати. Проведені дослідження розширюють відомі дані про ефективні способи керування електромагнітними властивостями метаповерхонь мікрохвильового діапазону за допомогою зовнішнього магнітного поля, механічного перестроювання та змінення матеріальних параметрів складових елементів. З точки зору прикладної науки проведені дослідження електромагнітних властивостей метаповерхонь і планарних резонаторів корисні для розробки нових поколінь мікрохвильових пристроїв, які мають такі переваги як компактність і можливість ефективно керувати їхніми електромагнітними

властивостями. Новизна наукових результатів. Вперше в мікрохвильовому діапазоні довжин хвиль: для феродіелектричної метаповерхні на основі паралелепіпедів експериментально продемонстровано зростання ефекту Фарадея на частоті ґраткової моди в 5 разів у порівнянні з феродіелектричним шаром такої ж товщини; експериментально й чисельно визначено, що при напруженості зовнішнього магнітного поля, більшої за поле насичення ферита, залежність частоти феромагнітного резонансу від глибини канавок на поверхні феритової пластини стає монотонною; експериментально й чисельно здійснено перестроювання в межах 90% від частоти резонансного поверхневого коливання шляхом зміни кута схрещування двох однакових періодичних структур із гексагональною елементарною коміркою; чисельно продемонстровано зростання частоти поверхневих коливань магнітоактивної муарової метаповерхні з гексагональною елементарною коміркою шляхом збільшення напруженості зовнішнього магнітного поля; експериментально розроблено спосіб безконтактної експрес-ідентифікації рідин у радіопрозорих ємностях, що базується на виникненні поверхневого коливання в неоднорідному мікросмужковому планарному фотонному кристалі; реалізовано значне підвищення фотон-магнітного зв'язку планарного резонатора у вигляді розрізаного кільця з феримагнітним зразком шляхом збільшення концентрації змінного магнітного поля в зразку. Вперше чисельно показано, що частоти поверхневих хвиль у системі комбінованого топологічного ізолятора, сформованого двома структурами з різними параметрами елементарної комірки, доцільно регулювати шляхом вибору напрямку одноосової анізотропії кварцу. Методи досліджень. Експериментальні дослідження електромагнітних властивостей метаповерхонь і планарних резонаторів із магнетиками проведено за допомогою апробованих методик для мікрохвильового діапазону довжин хвиль із використанням векторного аналізатора кіл Agilent N5230A, генератора частоти Keysight N5173B-UNT, лабораторних електромагнітів із датчиками магнітного поля та спеціалізованих комп'ютерних програм. Експериментальні дослідження просторового розподілу електромагнітного поля проведені методом пробного тіла з використанням спеціалізованого двовимірного скануючого пристрою, що керується за допомогою комп'ютера. Результати чисельного моделювання електромагнітних властивостей метаповерхонь і планарних резонаторів розраховано методом інтегральних функціоналів та за допомогою спеціалізованих пакетів чисельного моделювання CST Studio Suite, MIT Photonics Bands (MPB). Ступінь упровадження. Результати досліджень бачаться перспективними для розробки компактних магнітокерованих елементів пристроїв мікрохвильового й оптичного діапазонів, таких як вентиля, фільтри, поляризатори, високочутливі датчики змінного поля та ін. Сфера використання. Розроблена методика швидкої безконтактної ідентифікації рідин у радіопрозорих ємностях за допомогою неоднорідного планарного фотонного кристала перспективна для успішного застосування в системах контролю якості харчових продуктів, у системах безпеки і для хімічних технологій. Результати проведених досліджень фотон-магнітного зв'язку планарних резонаторів з магнітною плівкою перспективні для розробки компактних елементів для ефективних перетворювачів частоти з мікрохвильового в оптичний діапазон, що застосовуються в квантових технологіях.

2. The purpose of the work is identification by experimental and numerical techniques of such features of the spectral and polarization properties of metasurfaces that are necessary for the implementation of effective control of these properties in the microwave wavelength range. The object of research is the processes of electromagnetic waves propagation in controlled metasurfaces of the microwave wavelength range. Theoretical and practical results. The conducted research expands the known data on effective ways of controlling the electromagnetic properties of microwave metasurfaces by an external magnetic field, mechanical restructuring and changing the constitutive parameters of the constituent elements. From the point of view of applied science, the conducted studies of the electromagnetic properties of metasurfaces and planar resonators are useful for the design of new generations of microwave devices that have such advantages as compactness and the ability to effectively control of their electromagnetic properties. Novelty of scientific results. For the first time in the microwave wavelength range: for a ferroelectric metasurface based on parallelepipeds, an enhancement of the Faraday effect at the frequency of the lattice mode by 5 times compared to a ferroelectric layer of the same thickness was experimentally demonstrated; it was experimentally and numerically determined that at an external magnetic field

strength greater than the ferrite saturation magnetization, the dependence of the ferromagnetic resonance frequency on the depth of the grooves on the surface of the ferrite plate becomes monotonic; experimentally and numerically, a tuning within 90% of the resonant surface oscillation frequency was carried out by changing the crossing angle of two identical periodic structures with a hexagonal unit cell; an increase of the surface oscillations frequency of a magnetoactive moiré metasurface with a hexagonal unit cell by increasing the external magnetic field strength has been numerically demonstrated; a method for non-contact express identification of liquids in radio-transparent containers, based on the presence of surface oscillations in an inhomogeneous microstrip planar photonic crystal, was experimentally developed; a significant increase in the photon-magnon coupling in a planar resonator in the form of a split-ring with a ferrimagnetic sample was achieved by increasing the concentration of the alternating magnetic field in the sample. It was numerically shown for the first time that the frequencies of surface waves in a combined topological insulator system formed by two structures with different unit cell parameters can be conveniently adjusted by choosing the direction of the uniaxial anisotropy of quartz. Research methods. Experimental studies of the electromagnetic properties of metasurfaces and planar resonators with magnets were carried out using proven techniques for the microwave wavelength range using an Agilent N5230A vector network analyzer, a Keysight N5173B-UNT signal generator, laboratory electromagnets with magnetic field sensors, and specialized computer programs. Experimental studies of the spatial distribution of the electromagnetic field were carried out by the test body method using a specialized two-dimensional scanning device controlled by a computer. The results of numerical simulations of the electromagnetic properties of metasurfaces and planar resonators were calculated using the integral functional method and specialized numerical simulation packages CST Studio Suite, MIT Photonics Bands (MPB). Degree of implementation. The research results seems promising for the development of compact magnetically controlled elements of microwave and optical range devices, such as valves, filters, polarizers, and highly sensitive alternating field sensors, etc. Scope of use. The developed method for fast non-contact identification of liquids in radio-transparent containers using an inhomogeneous planar photonic crystal is promising for successful application in food quality control systems, in security systems, and for chemical technologies. The results of the conducted studies of photon-magnon coupling of planar resonators with magnetic film are promising for the development of compact elements for efficient frequency converters from the microwave to the optical range that used in quantum technologies.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0112U000211, 0117U004038, 0122U001687, 0120U103409, 0121U113757, 0122U002101, 0123U103737, 0124U003555

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Новий напрямок у науці і техніці

Публікації:

- 1. Yachin V., Ivzhenko L., Polevoy S., Tarapov S., Resonant response in mechanically tunable metasurface based on crossed metallic gratings with controllable crossing angle. Applied Physics Letters. 2016. Vol. 109, no. 22. P. 221905 (1-4). URL: <https://doi.org/10.1063/1.4971191>
- 2. Polevoy S. Y., Vakula A. S., Nedukh S. V., Tarapov S. I. Fast Identification of Liquids Using Planar Metamaterial. Telecommunications and Radio Engineering. 2017. Vol. 76, no. 3. P. 237-243. URL: <https://doi.org/10.1615/telecomradeng.v76.i3.40>

- 3. Nedukh S. V., Polevoy S. Y., Tarapov S. I., Vakula A. S., Identification of liquids in different containers using a microwave planar metamaterial. *Radiofizika I Elektronika*. 2017. Vol. 22, no. 4. P. 69–73. URL: <https://doi.org/10.15407/rej2017.04.069>
- 4. Polevoy S. Y., Michaylichenko V. A., Vakula A. S., Nedukh S. V., Tarapov S. I. Principal parameters for optimization of experimental technique for fast remote identification of liquids at microwaves. *Telecommunications and Radio Engineering*. 2018. Vol. 77, no. 18. P. 1639–1648. URL: <https://doi.org/10.1615/telecomradeng.v77.i18.60>
- 5. Yachin V. V., Polevoy S. Yu., Ivzhenko L. I., Tarapov S. I., Nakhimovych M. I. Experimental verification of Faraday rotation enhancement by all-ferrodielectric metasurface. *Journal of the Optical Society of America B*. 2019. Vol. 36, no. 2. P. 261–266. URL: <https://doi.org/10.1364/josab.36.000261>
- 6. Polevoy S. Y., Tarapov S. I. Controlling Surface States of Planar Metamaterial Based on Moire Effect. *Progress In Electromagnetics Research M*. 2019. Vol. 84. P. 187–195. URL: <https://doi.org/10.2528/pierm19060708>
- 7. Polevoy S. Y., Rudenko D. A., Vakula A. S., Tarapov S. I. Control of spectrum of coaxial photonic crystal with magnetic layers. *Telecommunications and Radio Engineering*. 2019. Vol. 78, no. 6. P. 501–510. URL: <https://doi.org/10.1615/telecomradeng.v78.i6.40>
- 8. Vakula A. S., Polevoy S. Yu., Nedukh S. V., Tarapov S. I. Portable 2.0–2.5 GHz oscillator-detector unit for liquids identification by planar photonic crystal technique. *Telecommunications and Radio Engineering*. 2019. Vol. 78, no. 9. P. 813–819. URL: <https://doi.org/10.1615/telecomradeng.v78.i9.70>
- 9. Polevoy S. Yu., Vakula A. S., Nedukh S. V., Tarapov S. I. A technique for non-contact identification of liquids in closed containers using microwave planar metamaterial. *URSI Radio Science Bulletin*. 2019. Vol. 2019, no. 371. P. 53–62. URL: <https://doi.org/10.23919/ursirsb.2019.9117244>
- 10. Ivzhenko L. I., Polevoy S. Y., Tarapov S. I., Yachin V. V., Kurselis K., Kiyani R., Chichkov B. N. Experimental observation of tunable Wood type resonances in an all-ferrodielectric periodical metasurface. *Optics Letters*. 2020. Vol. 45, no. 19. P. 5514–5517. URL: <https://doi.org/10.1364/ol.402936>
- 11. Polevoy S. Yu., Kharchenko G. O., Tarapov S. I., Kravchuk O. O., Kurselis K., Kiyani R., Chichkov B. N., Slipchenko N. I. A magnetoactive metamaterial based on a structured ferrite. *Radiofizika I Elektronika*. 2021. Vol. 26, no. 1. P. 28–34. URL: <https://doi.org/10.15407/rej2021.01.028>
- 12. Ivzhenko L. I., Polevoy S. Yu., Odarenko E. N., Tarapov S. I. Dispersion properties of artificial topological insulators based on an infinite double-periodic array of elliptical quartz elements. *Radiofizika I Elektronika*. 2021. Vol. 26, no. 3. P. 11–17. URL: <https://doi.org/10.15407/rej2021.03.011>
- 13. Girich A., Nedukh S., Polevoy S., Sova K., Tarapov S., Vakula A. Enhancement of the microwave photon-magnon coupling strength for a planar fabricated resonator. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13, no. 1. P. 924(1–8). URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-27285-6>
- 14. Vakula A.S., Polevoy S.Yu., Sova K.Yu., Nedukh S.V., Girich A.A., Tarapov S.I., Special features of low-temperature microwave ferromagnetic resonance in nanometer ferrite layer patterned by macroporous silicon substrate. *Low Temperature Physics*. 2023. Vol. 49, no. 4. P. 467–472. URL: <https://doi.org/10.1063/10.0017591>
- 15. Polevoy S., Yermakov O. Excitation of Surface Waves With On-Demand Polarization at Self-Complementary Metasurface. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*. 2023. Vol. 22, No. 8. P. 1962–1966. URL: <https://doi.org/10.1109/lawp.2023.3270456>
- 16. Girich A., S. Nedukh, Polevoy S., Sova K., Tarapov S., Vakula A., Enhancement of photon-magnon coupling strength by inverted split-ring resonator at GHz. *AIP Advances*. 2024. Vol. 14, no. 2. P. 025138 (1–8). URL: <https://doi.org/10.1063/5.0187796>
- 17. Ivzhenko L., Polevoy S., Tarapov S., Yachin V. Crossed metallic gratings as metasurface with tuned crossing angle. 2016 9th International Kharkiv Symposium on Physics and Engineering of Microwaves, Millimeter and Submillimeter Waves (MSMW), Kharkiv, Ukraine, 20–24 June 2016. 2016. P. 1–3. URL: <https://doi.org/10.1109/msmw.2016.7538127>

- 18. Polevoy S., Vakula A., Nedukh S., Tarapov S. Planar photonic crystals for express analysis of liquids. 9th URSI-France 2017 Workshop "Radio Science for Humanity" (JS'17) : Conf. Proc., Sophia Antipolis, France, 1–3 February 2017. 2017. P. 27–30. URL: https://www.ursi-france.org/fileadmin/journees_scient/docs_journees_2017/data/articles/000033.pdf
- 19. Tarapov S., Girich A., Polevoy S., Nedukh S., Vovk R. Magnetic Microwave Planar Metamaterials: Experimental Results. The European Conference "Physics of Magnetism 2017", PM'17 : Abstracts, Poznań, Poland, 26–30 June 2017. Poznań, 2017. P. 113. URL: https://www.ifmpan.poznan.pl/pm17/abst/143-tarapov_ire_kharkov_ua-2017-02-24-15-08-58.pdf
- 20. Polevoy S. Yu., Ivzhenko L. I., Tarapov S. I., Yachin V. V. Faraday rotation enhancement by gyrotropic metasurface. 2017 XXIIInd International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED), Dnipro, 25–28 September 2017. 2017. P. 269–272. URL: <https://doi.org/10.1109/diped.2017.8100617>
- 21. Polevoy S., Rudenko D., Tarapov S., Vakula A. Coaxial Magnetophotonic Crystal for Detection of Illicit and Dangerous Liquids. 6th International Conference on Superconductivity and Magnetism (ISCM'2018) : Abstract book, Antalya, Turkey, 29 April – 4 May, 2018. P. 593.
- 22. Kravchuk O., Polevoy S. Electromagnetic properties of metamaterial based on structured ferrite. IX International Conference for Professionals & Young Scientists "Low Temperature Physics" (ICPYS LTP 2018) : Conference Program and Book of Abstracts, Kharkiv, 4–8 June 2018. P. 79.
- 23. Nedukh S., Vakula A., Polevoy S., Vovk R., Tarapov S. Synthesis of FMR spectra of patterned magnetic nanostructures for access control and identification systems. 3rd International Advanced School on Magnonics IASM'2018 : Abstracts, Kyiv, 17–21 September 2018, P. 144.
- 24. Кравчук О. А., Полевой С. Ю. Расчет частоты ФМР магнитоактивного метаматериала на основе структурированного феррита. 23-й міжнародний молодіжний форум "Радіоелектроніка та молодь в XXI сторіччі" : Матеріали форуму, Харків, 16–18 квітня 2019 р. Харків, 2019, Т. 1, С. 61–62. URL: <http://openarchive.nure.ua/handle/document/9019>
- 25. Tarapov S., Ivzhenko L., Polevoy S., Vakula A. Experimental Implementation of Non-uniformity Effects in Artificial Media : (Invited). 2019 IEEE 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL), Sozopol, Bulgaria, 6–8 September 2019. 2019. P. 46–49. URL: <https://doi.org/10.1109/caol46282.2019.9019487>
- 26. Polevoy S., Pogorily A., Tarapov S. Magnetoactive Surface States in Moire Metamaterials. 2019 Conference "Kleinheubacher Tagung 2019" : Conf. Proc., Miltenberg, Germany, 23–25 September 2019. 2019. P. 46–48. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8890131>
- 27. Kravchuk O., Polevoy S. Numerical modelling the FMR frequency of a magnetically active metamaterial based on structured ferrite. Twentieth International Young Scientists Conference "Optics & High Technology Material Science", SPO-2019: Scientific works, Kyiv, 26–29 September 2019. P. 45–46.
- 28. Ivzhenko L., Polevoy S., Yachin V., Chichkov B., Tarapov S. Experimental and numerical identification of Faraday effect enhancement by all-ferrodielectric metasurface. The Fifth Poznań Symposium on Quantum Technologies, Nonlinear Optics, Magnonics, and Metamaterials, QuTecNOMM-2019 : Abstracts, 15 October – 18 November 2019, Poznan, Poland. P. 15.
- 29. Girich A. A., Nedukh S. V., Polevoy S. Yu., Sova K. Yu., Vakula A. S., Tarapov S. I. Photon-magnon Coupling in the Planar Photonic Crystal with Magnetic Defect. PhotonIcs & Electromagnetics Research Symposium (PIERS-2022). Hangzhou, China, 25–28 April 2022. P. 1–2. URL: https://author2021.piers.org/ac_api/preview.php?t=ab&id=210713160409
- 30. Polevoy S. Yu., Tarapov S. I., Girich A. A., Vakula A. S., Nedukh S. V., Sova K. Yu. Large Photon-Magnon Coupling in a Pi-Shaped Resonator with a Magnetic Sample. International Conference On Quantum Materials And Technologies (ICQMT2022) : Abstract book, Milas-Bodrum, Turkey, 16–22 October 2022. P. 245.
- 31. Polevoy S., Girich A., Tarapov S., Vakula A., Nedukh S., Sova K. Influence of the Magnet Filling Factor by the Field of Planar Resonators on the Photon-Magnon Coupling Strength. 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave

Week (UkrMW), Ukraine, 14–18 November 2022. 2022. P. 105–108. URL:

<https://doi.org/10.1109/ukrmw58013.2022.10036988>

- 32. Polevoy S., Kharchenko G., Kalmykova T., Ostrizhnyi Y., Ivzhenko L., Yermakov O. Polarization-Controlled Excitation of Surface Waves at Self-Complementary Metasurface. 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Ukraine, 14–18 November 2022. 2022. P. 222–225. URL: <https://doi.org/10.1109/ukrmw58013.2022.10036966>
- 33. Girich A. A., Nedukh S. V., Polevoy S. Yu., Sova K. Yu., Vakula A. S., Tarapov S. I. Strong Photon-magnon Coupling in a System of Two Coupled Resonators: Planar Photonic Crystal with Defect and Inverted Split-ring Resonator. 2023 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS), Prague, Czech Republic, 3–6 July 2023. 2023. P. 200–204. URL: <https://doi.org/10.1109/piers59004.2023.10221554>
- 34. Polevoy S. Increasing of the Photon-Magnon Coupling Strength in a System of Coupled Microwave Resonators with a Magnetic Sample. 2023 IEEE 13th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP), Bratislava, Slovakia, 10–15 September 2023. 2023. IMT05. P. 1–4. URL: <https://doi.org/10.1109/nap59739.2023.10310809>
- 35. Polevoy S. Yu., Tarapov S. I., Vakula A. S., Nedukh S. V., Girich A. A., Sova K. Yu. Spin magnetism for frequency converting at quantum computing technologies. NATO Advanced Research Workshop “Functional Spintronic Nanomaterials for Radiation Detection and Energy Harvesting”. Kyiv, 25–27 September 2023, 1 p. URL: http://spinnano.kpi.ua/images/abstracts/SPINNANO_Abstract_Polevoy.pdf
- 36. Sova K., Vakula A., Polevoy S., Tarapov S., Girich A., Nedukh S. Planar Waveguide Defect Features for Photon-Magnon Coupling Strength Increasing / K. Sova et al. 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2–6 October 2023. 2023. 4 pp. URL: <https://doi.org/10.1109/khpiweek61412.2023.10312993>
- 37. Polevoy S., Tarapov S., Yermakov O. Role of Dielectric Substrate on Excitation of Surface Waves with Preselected Polarization State at Self-Complementary Metasurface in Microwaves. 2023 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), Kyiv, Ukraine, 13–18 November 2023. 2023. P. 331–334. URL: <https://doi.org/10.1109/ukrmico61577.2023.10380418>
- 38. Girich A. A., Nedukh S. V., Polevoy S. Yu., Rami B., Sova K. Yu., Tarapov S. I., Vakula A. S., Magnetic Nanocomponents for Frequency Converting in Quantum Computing Technologies. Functional Magnetic and Spintronic Nanomaterials. NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics. Eds.: I. Vladymyrskyi et al. Dordrecht, Netherlands, 2024. P. 197–206. URL: https://doi.org/10.1007/978-94-024-2254-2_9

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

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

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0112U000211, 0117U004038, 0122U001687, 0120U103409, 0121U113757, 0122U002101, 0123U103737, 0124U003555

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тарапов Сергій Іванович

2. Serhii I. Tarapov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., член-кор. НАН України, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8958-5003

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Товстолиткін Олександр Іванович

2. Oleksandr I. Tovstolytkin

Кваліфікація: д. ф.-м. н., чл-кор.НАН України, 01.04.11

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4852-6605

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут магнетизму імені В. Г. Бар'яхтара Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23494128

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попов Максим Олександрович

2. Maksym O. Popov

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3509-7108

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 60, Київ, 01033, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фесенко Володимир Іванович

2. Volodymyr I. Fesenko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., доц., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9106-0858

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 02772020

Місцезнаходження: вул. Мистецтв, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Мележик Петро Миколайович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Мележик Петро Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Іванченко І. В.

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна