

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U002262

Державний реєстраційний номер: 0122U001486

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-02-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Розробка ефективних алгоритмів оптимізації параметрів досліджуваних структур

Початок етапу: 01.2024

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577051247

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

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): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 1040.000

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Електродинаміка багатофункціональних елементів та випромінюючих систем з включеннями багат шарових штучних середовищ (метаматеріалів) та планарних надтонких плівок

Назва роботи англійською:

Electrodynamics of multifunctional elements and radiating systems with inclusions of multilayer artificial media (metamaterials) and planar ultrathin films

Реферат українською:

Побудовано строгий розв'язок задач про дифракцію власної хвилі діелектричного хвилеводу на скінченній системі графенових стрічок, розміщених у діелектричній пластині. – Вперше отримано строгий розв'язок задачі про дифракцію плоскої електромагнітної хвилі на системі, яка складається з ідеально провідного нескінченно тонкого диску і напівплощини. Досліджено електродинамічні характеристики дискової мікросмужкової антени з набором щілинних неоднорідностей. Проведені експериментальні дослідження у мікрохвильовому діапазоні електромагнітного спектра метаповерхні на основі окремо розміщених схрещених металевих стрічкових решіток з різними та рівними періодами, які можуть механічно перебудовуватися. На базі моделі двох напівнескінчених періодичних решіток, які лежать в одній площині, отримано нові фізичні закономірності щодо впливу краю періодичної структури на розсіяне електромагнітне поле. Побудовано електродинамічні моделі для дослідження дефектів у двошаровій і багат шаровій нескінченній структурі. Розроблено прискорений на графічному процесорі розв'язок сингулярного інтегрального рівняння з дискретизацією та з використанням алгоритму типу Найстрема. Сформульовано основні положення до конструкції пристроїв по перетворенню, збудженню та каналізації хвиль. З використанням операторного методу вперше отримано розв'язок задачі про дифракцію плоскої хвилі на ідеально провідній і нескінченно тонкій напівплощині та двох дисках. Показана можливість реалізації механічного налаштування резонансної реакції ферито-діелектричної метаповерхні, що працює в терагерцевому діапазоні. Отримані результати мають значний потенціал для оборонної, безпекової та економічної сфер України, забезпечуючи розвиток сучасних технологій маскування, зв'язку, спостереження та детектування. Нові рішення відкривають перспективи для впровадження у військовій техніці, системах моніторингу та комунікаціях майбутнього.

Реферат англійською:

A rigorous solution to the problem of diffraction of an eigenwave of a dielectric waveguide on a finite system of graphene ribbons placed in a dielectric plate is constructed. – For the first time, a rigorous solution is obtained for the problem of diffraction of a plane electromagnetic wave on a system consisting of a perfectly conducting infinitely thin disc and a half-plane. The electrodynamic characteristics of a disc microstrip antenna with a set of slot inhomogeneities are investigated. Experimental studies in the microwave range of the electromagnetic spectrum of a metasurface based on separately placed crossed metal strip gratings with different and equal periods that can be mechanically tuned are carried out. On the basis of the model of two semi-infinite periodic gratings lying in the same plane, new physical regularities concerning the influence of the edge of the periodic structure on the scattered electromagnetic field are obtained. The electrodynamic models for the study of defects in a two-layer and multilayer infinite structure are constructed. A GPU-accelerated solution of the singular integral equation with discretisation and using a Nystrom-type algorithm is developed. The basic provisions for the design of devices for wave conversion, excitation and transmission are formulated. The solution of the problem of plane wave diffraction on an ideally conducting and infinitely thin half-plane and two discs is obtained for the first time using the operator method. The possibility of implementing mechanical tuning of the resonant response of a ferroelectric-dielectric metasurface operating in the terahertz range is shown. The obtained results have

significant potential for Ukraine's defense, security, and economic sectors, contributing to the advancement of modern technologies for stealth, communication, surveillance, and detection. These new solutions open up prospects for implementation in military equipment, monitoring systems, and future communica

Індекс УДК: 537.8, 504.06:537.212; 504.06:537.612; 504.06:537.53, 537.874

Коди тематичних рубрик: 45.03.05, 87.55.33

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Погарський Сергій Олександрович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Методи моделювання багатофункціональних елементів та випромінюючих систем з включеннями багат шарових штучних середовищ (метаматеріалів) та планарних надтонких плівок

Назва НТП англійською: Methods for modeling of the scattering, absorption and excitation of electromagnetic waves in the microwave and terahertz ranges by composite multilayer structures, physics of wave processes

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: радіофізика, фізика та техніка НВЧ та терагерцевого діапазонів, безпека, телекомунікації, радіоелектронна боротьба, освіта

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Вперше було отримано розв'язки низки фундаментальних задач з теорії електромагнітного поля та прикладної електродинаміки, які спрямовані на встановлення важливих фізичних закономірностей, знання яких необхідне для створення багатофункціональних елементів, частотно-селективних поверхонь та випромінюючих систем НВЧ, КВЧ та терагерцевого діапазонів з включенням багат шарових штучних середовищ (метаматеріалів) та планарних надтонких плівок нового покоління. Ці розв'язки дозволили сформулювати новітні підходи до створення моделей, що максимально узагальнюють, та ефективних алгоритмів з використанням сучасних комп'ютерних технологій для всебічного дослідження явища дифракції хвиль на різного роду неоднорідностях із довільною топологією та матеріальними параметрами. Створено комплекси комп'ютерних програм з використанням різних алгоритмічних мов, що дозволяють достатньо ефективно здійснювати моделювання параметрів різних типів електродинамічних структур.

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

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 обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

IX. Бібліографічний опис

Lytvynenko L.M. Analysis and optimization of the operating range of a monopole antenna involving 'meandr' type slot inhomogeneities / L.M. Lytvynenko, D.V. Mayboroda, S.A. Pogarsky // Journal of Radio Physics and Radio Astronomy. – 2022. – Vol. 27, № 2. – P. 83–92. DOI:10.15407/rpra27.02.083

Пат. України на корисну модель UA 151703 H01Q 1/38. Площинна антена, що збуджується діелектричним хвилеводом / С. О. Погарський, Д. В. Майборода. – № u202200646; заявл. 14.02.2022; опубл. 1.09.2022. – Бюл. № 35/2022. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1818817/>

Mayboroda D. V. Controllable disk microstrip antenna / D. V. Mayboroda, S. A. Pogarsky // IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week, November 14th – 18th, (UkrMW-2022). – 2022. DOI:10.1109/UkrMW58013.2022.10037176

Mayboroda D. V. Disk antenna with conductive feeding / D. V. Mayboroda, S. A. Pogarsky // IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week, November 14th – 18th, (UkrMW-2022). – 2022. DOI:10.1109/UkrMW58013.2022.10037095

Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Lytvynenko L.M. Operator method in diffraction problem of waves of circular waveguide by the annular discontinuities// Journal of Radio Physics and Radio Astronomy. – 2022. – Vol. 27, № 1. – P. 5–16. DOI:10.15407/rpra26.04.350

Каліберда М. Є., Литвиненко Л.М., Погарський С. О. Операторний метод у задачі про дифракцію плоскої хвилі на нескінченно тонких ідеально провідних напівплощині та двох дисках. Радіофізика і радіоастрономія. 2022. Т. 27, №3. С. 167–180. DOI: 10.15407/rpra27.03.167

Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Kaliberda L.M. Singular integral equations in THz waves scattering by finite number of graphene strips with dielectric substrate. 2022 IEEE 41th International Conference On Electronics And Nanotechnology (ELNANO), October 2022, Kyiv. 2022. DOI: 10.1109/ELNANO54667.2022.9927016

Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Lytvynenko L.M. Plane wave scattering by two PEC zero-thickness disks placed above half-plane. 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week. Kharkiv. 2022. DOI: 10.1109/UkrMW58013.2022.10037159

Kaliberda M.E., Lytvynenko L.M., Pogarsky S.A. Scattering by pec half-plane and disk placed on parallel planes, International Journal of Microwave and Wireless Technologies, 2023, 15(2), pp. 311–321. Q3. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1759078722000472>

D.V. Mayboroda, S. A. Pogarsky, S.Mikhaliuk, Influence of aperture of radiating strip structure on electrodynamic characteristics of patch antenna, East Eur. J. Phys., 2023, 4, 274, c.274–280. Q4. DOI: <https://doi.org/10.26565/2312-4334-2023-4-34>

D.V. Mayboroda, S. O. Pogarsky, A broadband patch antenna based on a planar unclosed annular radiator, Radio Physics and Radio Astronomy, 2023, T.28, № 2, c. 158–165. Q4. <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001418609>

Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Lytvynenko L.M. GPU acceleration of Nystrom type method for solving singular integral equations in H-polarized EM waves scattering by strip gratings. Frequenz. 2023. Q3, DOI: 10.1515/freq-2022-0195

Пат. України на корисну модель H01Q 1/38. Патч-антена складної топології / С. О. Погарський, Д. В. Майборода. – № u202404538; заявл. 18.09.2024. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1818817/>

M. E. Kaliberda, S. A. Pogarsky, A. A. Sierhieieva. Integral equations in the H-polarized wave scattering from metasurface formed by finite multilayer graphene strip grating inside grounded dielectric slab. Optical and Quantum Electronics. 2023. vol.55. P. 1050. Q2, DOI: 10.1007/s11082-023-05288-5

- Kaliberda M. E., Pogarsky S. A. Tunability of radiation pattern of the H-polarized natural waves of dielectric waveguide with infinite graphene plane and finite number of graphene strips at THz. *Applied Sciences*. 2023, vol.13, no.19, P. 10563. Q2, DOI: 10.3390/app131910563
- Kaliberda M. E., Pogarsky S. A., Sierhieieva A. A. Integral equations in scattering by metasurface formed by multilayer graphene grating inside a grounded dielectric slab. *Research Square*. 2023. DOI: 10.21203/rs.3.rs-3117567/v1 https://assets.researchsquare.com/files/rs-3117567/v1_covered_7382000c-4e9e-465d-a469-17acea7fc9d8.pdf?c=1695654571
- Каліберда М. Є., Погарський С. О. Дифракція Н-поляризованої хвилі на скінченній графеновій стрічковій решітці, розташованій на діелектричній підкладці. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка»*. 2022. Вип. 36. С.66-73. DOI: 10.26565/2311-0872-2022-36-05 <https://periodicals.karazin.ua/radiophysics/article/view/21122>
- Kaliberda M. E., Pogarsky S. A., Kaliberda L.M., Smoliar T.S., Sierhieieva A.A. Plasmon mode of plane dielectric waveguide with infinite graphene film scattering by finite number of graphene strips. 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 02–06 October 2023. Kharkiv, Ukraine. P. 672–675, DOI: 10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312862
- Kaliberda M. E., Pogarsky S. A., Zinenko T.L. Complex Frequencies Eigenvalue Problem of Laser Based on Quantum Wire with Two Graphene Strips. 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 02–06 October 2023. Kharkiv, Ukraine. P. 837–840. DOI:10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312836
- Yachin, V.V. Resonant response in tunable metasurface based on crossed all-dielectric grating / Yachin, V.V., Khardikov, V.V., Kochetova, L.A. [et al.] // 2023 53rd European Microwave Conference, EuMC 2023, Berlin Germany. – 2023. – P. 315–318. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.07707>
- Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Kostenko O.V., Nosich A.I., Zinenko T.L. Circular quantum wire symmetrically loaded with graphene strip as plasmonic micro/nano laser: threshold conditions analysis. *Optic Express*. 2024, vol. 32. P. 12213–12227. <https://doi.org/10.1364/OE.514643>
- Kaliberda M. E., Lytvynenko L. M., Pogarsky S. A. Scattering of eigenmodes of planar dielectric waveguide with PEC wall by graphene strip grating at THz. *Waves in Random and Complex Media*. 2024, Vol.34, no. 3. P.1389–1406. <https://doi.org/10.1080/17455030.2021.1938287>
- Pogarsky S.A., Mayboroda D.V., Mykhaliuk S.M. Antenna based on complicated coplanar structure *East European Journal of Physics*, 2024, 2024(2), 456–462p. <https://doi.org/10.26565/2312-4334-2024-2-60>
- Погарський С.О., Майборода Д.В., Михалюк С.М. Складнокомпозиційна патч-антена. *Радіофізика і радіоастрономія*. 2024. Т. 29. № 4. С. 308–316. <https://doi.org/10.15407/rpra29.04.308>
- Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Bessarabova V., Tilichenko N. H-polarized THz wave scattering by dielectric cylinder with graphene strip inside it. IEEE 42nd International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, May 13–16, 2024. 2024. P. 173–176. <https://doi.org/10.1109/ELNANO63394.2024.10756934>
- Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Tilichenko N., Bessarabova V., Korsakov D. Scattering of the field of electron beam by two graphene strips placed on the same plane at THz. IEEE 42nd International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, May 13–16, 2024. 2024. P. 177–180. <https://doi.org/10.1109/ELNANO63394.2024.10756878>
- Kaliberda M. E., Pogarsky S.A. Lasing eigenvalue problem for mode determination in circular dielectric rod with symmetrically positioned two coplanar graphene strips. IEEE 17th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv, October 08–12, 2024. 2024. <https://doi.org/10.1109/TCSET64720.2024.10755893>
- Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Tilichenko N., Bessarabova V. Infrared diffraction radiation from two graphene strips for electron beam position sensing. 54th European Microwave Conference (EuMC), Paris, France, September

24-26, 2024. <https://doi.org/10.23919/EuMC61614.2024.10732242>

Pogarsky S.A., Mayboroda, D.V., Mykhaliuk S.N. Microstrip Antenna with Quasi-Fractal Substructure. Proceedings of International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory, DIPED -2024, 103–106p. <https://doi.org/10.1109/DIPED63529.2024.10706159>

Пат. України на корисну модель UA 156289 H01Q 1/38, H01Q 3/26. Скануюча антена поверхневих хвиль на основі інвертованого діелектричного хвилеводу / С. О. Погарський, Д. В. Майборода. – № у 202303327; заявл. 06.07.2023; опубл. 05.06.2024. – Бюл. № 23. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1803863>

Vladimir V. Yachin;Vyacheslav V. Khardikov;Liudmyla A. Kochetova;Sergiy L. Prosvirnin. Tunable metasurface based on crossed strip gratings consisting of nonreciprocal materials. Proceeding of 54th European Microwave Conference (EuMC), Paris, France, 2024. <https://doi.org/10.23919/EuMC61614.2024.10732110>

Liudmyla A. Kochetova;Vladimir V. Yachin;Sergiy L. Prosvirnin. Dynamical changes non-reciprocal bistability in a metasurface with a nonlinear element on Wood's anomaly resonances. Proceeding of 54th European Microwave Conference (EuMC), Paris, France, 2024. <https://doi.org/10.23919/EuMC58039.2023.10290706>

A.Kogut, Boutaina Benhmimou, I. Kuznichev,S. O. Nosatiuk et al. An Innovative WGM-Segmented Dielectric Resonator-Based Mm-Wave All-Round Antenna. Chapter in the Book ICGCPA 2024, Studies in Smart Technologies (ISSN 3004-989X). Publisher: Springer

https://www.researchgate.net/publication/384697756_An_Innovative_WGM-Segmented_Dielectric_Resonator-Based_Mm-Wave_All-Round_Antenna

Kaliberda M. E., Pogarsky S.A. Reliefs of the determinant in the threshold conditions analysis of micro/nano laser on single graphene strip in circular quantum wire. FAIR Dataset. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14867358>

Kaliberda M. E., Pogarsky S.A. Metasurface Formed by a Finite Multilayer System of Graphene Strips Inside a Grounded Dielectric Substrate. FAIR Dataset. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14867965>

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Катрич Віктор Олександрович

д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Бородкіна Антоніна Олександрівна

Каліберда Мстислав Євгенович

(к. ф.-м. н., 01.04.03)

Луньова Вікторія Анатоліївна

(к. е. н.)

Майборода Дмитро Володимирович

(к. ф.-м. н.)

Носатюк Сергій Олегович

(к. ф.-м. н., 01.04.03)

Хруслов Михайло Іванович

Чуенко Олександр Володимирович

Ячин Володимир Васильович

(д. ф.-м. н.)

Відповідальний за підготовку облікових документів

Козир О.В.

Телефон

+38 (057) 707-52-96

Реєстратор

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

