

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0222U002821

**Державний реєстраційний номер:** 0119U002535

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 15-02-2022

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Фізичні принципи побудови багатомодових металево-діелектричних електродинамічних структур НВЧ, КВЧ та терагерцового діапазонів.

**Початок етапу:** 01.2019

**Закінчення етапу:** 12.2021

**Вид звітного 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

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 869.844 |
|----------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Фізичні принципи побудови багатомодових металевих-діелектричних електродинамічних структур НВЧ, КВЧ та терагерцового діапазонів.

### **Назва роботи англійською:**

Physical principles of designing of multimode metallic-dielectric electrodynamic structures of UHF, EHF and THG ranges.

### **Реферат українською:**

Проектом передбачається розв'язання низки задач з теорії електромагнітного поля та прикладної електродинаміки, які спрямовані на проектування та створення на основі гібридних металевих-діелектричних структур (ГМДС) різної форми утворення новітніх, складних за геометрією, багатокомпонентних, багатомодових функціональних елементів НВЧ, КВЧ та терагерцового діапазонів. При виконанні проекту буде проведено комплекс досліджень (теоретичних й експериментальних) з виявлення нових фізичних закономірностей хвильових процесів у багатомодових багатофункціональних елементах та випромінюючих системах НВЧ, КВЧ та терагерцового діапазонів на основі ГМДС. Очікується, що отримані дані при виконанні проекту дозволять скласти фундаментальну основу для проектування та створення надійних, високотехнологічних, конструктивно досконалих, малогабаритних багатофункціональних елементів та випромінюючих систем НВЧ, КВЧ та терагерцового діапазонів нового покоління на основі ГМДС, які були б конкурентно-спроможними на світовому рівні. Ці дані за своєю науковою та науково-технічною складовими дозволять розвинути фізичні (радіофізичні) технології для різних галузей застосування, у тому числі для військово-промислової галузі.

### **Реферат англійською:**

The project presupposes solving a number of problems in the theory of electromagnetic fields and applied electrodynamics, which are aimed at designing and creating on the basis of hybrid metal-dielectric structures (HMDS) of various forms of new, complex geometry, multicomponent, multimode functional elements of microwave, EHF and terahertz ranges. During the project, a set of research (theoretical and experimental) will be conducted to identify new physical laws of wave processes in multimode multifunctional elements and radiating systems of microwave, EHF and terahertz bands based on HMDS. It is expected that the data obtained during the project will provide a fundamental basis for the design and creation of reliable, high-tech, structurally advanced, small multifunctional elements and radiating systems of microwave, EHF and terahertz bands of the new generation based on HMDS, which would be competitive globally. These data, according to their scientific and scientific-technical components, will allow to develop physical (radiophysical) technologies for various fields of application, including the military-industrial branch.

**Індекс УДК:** 621.3, 621.372.2

**Коди тематичних рубрик:** 45.01

### **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:** : Фізика хвильових процесів у гібридних металево-діелектричних електродинамічних структурах НВЧ, КВЧ та терагерцового діапазонів.

**Назва НТП англійською:** The physics of wave processes in hybrid metal-dielectric electrodynamic structures of microwave, ENF and THz bands.

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Методи, теорії, Програмні продукти

**Галузь застосування:** Радіофізика, фізика.

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Проведення комплексних (теоретичних й експериментальних) досліджень з виявлення нових фізичних закономірностей взаємодії електромагнітних хвиль з гібридними металево-діелектричними структурами НВЧ, КВЧ та терагерцового діапазонів.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** ІРЕ НАН України, Радіоастрономічний інститут НАН України, Київський університет, Технічний університет Хельсінкі, Технічний університет Тель-Авіва, Технічний університет Празі.

**Перспективні ринки:** Україна, Фінляндія, Ізраїль, Чехія,

**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. Mayboroda D.V. Optimization of integral parameters of disk microstrip antennas with non-canonical topology / D.V. Mayboroda, S.A. Pogarsky // Telecommunications and Radio Engineering. – 2019. – Vol. 78, No. 12. – P. 1041-1048.
2. Kaliberda M. E. Singular integral equations analysis of THz wave scattering by an infinite graphene strip grating embedded into a grounded dielectric slab / M. E. Kaliberda, L. M. Lytvynenko, S. A. Pogarsky // J. Opt. Soc. Am. A. – 2019. – Vol. 36, № 10. – P. 1787-1794.
3. S. Wu, S. Xu, T. L. Zinenko, V. V. Yachin, S. L. Prosvirnin, and V. R. Tuz, 3D-printed chiral metasurface as a dichroic dual-band polarization converter, Optics Letters, 2019, vol. 44, No. 4, pp. 1056-1059
4. Ильченко М.Е. Высшие типы колебаний в открытом резонаторе с отрезком круглого волновода / М.Е. Ильченко, И.К. Кузьмичев, Т.Н. Нарытник [и др.] // Радіофізика і радіоастрономія. – 2019. – Т. 24, № 3. – С. 218-226.
5. Погарский С.А., Позняков А.В. Квази-фрактальная аксиально-симметричная структура, возбуждаемая с помощью отрезка неэкранированной копланарной линии / Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Сер. Радіофізика та електроніка, 2019. – Вип.29. – С.64-71.
6. S. Prosvirnin, N. Sydorchuk, Bistable Properties of Nonlinear Planar Metamaterials, Conf. Proc., IEEE 8th Intern. Conf. on Advanced Optoelectronics and Lasers CAOL-2019, Sept. 6-8, 2019, Sozopol, BULGARIA, p. 36-39.
7. Mayboroda D. V. Multi-band antenna based on quasi-fractal microstrip monopole / D. V. Mayboroda, S. A. Pogarsky, K. O. Smirnova // IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering – Lviv, Ukraine (UKRCON-2019). – 2019. – P. 35-39.
8. Mayboroda D. V. Optimization of frequency and energy characteristics of disk monopole / D. V. Mayboroda, S. A. Pogarsky, S. V. Pshenichnaya, K. S. Anikeeva, K. O. Smirnova // X International Scientific Conference Functional Basis of Nanoelectronics – Odessa, Ukraine. – 2019. – P. 150-152.
9. Mayboroda D.V. Influence of microstrip resonator topology on frequency and energy characteristics / D.V. Mayboroda, S.A. Pogarsky // The 4th International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo'2019). – 2019.
10. S. Pogarsky, K. Smirnova, E. Shcherbatiuk, M. Kaliberda / THz Waves Scattering by Multilayer System of Infinite Graphene Strip Gratings // European Microwave Conference in Central Europe (EuMCE 2019). Prague, Czech Republic. – 2019. – P. 477-480.
11. Kaliberda M. Modeling of Wave Scattering by Multilayer System of Infinite Graphene Strip Gratings Using Integral Equations Combined with Operator Method // 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO-2019). Kyiv, Ukraine. – 2019. – P. 18934763.
12. Narytnik T. Excitation of the Wave TE<sub>01</sub> in a Circular Waveguide by Means of the Higher Oscillations of an Open Resonator / T. Narytnik, A. May, I. Kuzmichev, [and others] // International Scientific-Practical Conference "Problems of Info Communications Science and Technology" (PIC S&T '2019): inter. conf., 8-11 October 2019: conf. proc. – Kyiv, Ukraine, 2019. – P. 575-579.
13. Патент України на корисну модель UA136630, H01Q 13/00, H01Q 21/00. Керована фрактальною антеною / С. О. Погарський, Д. В. Майборода, К. О. Смірнова. – № u201902599; заявл. 18.03.2019; опубл. 27.08.2019. – Бюл. № 16/2019.
14. Патент на корисну модель № 135830 Україна, МПК7 H 03 B 7/14. Генератор НВЧ / Кузьмичов І.К., Музицишин Б.І., Попков О.Ю., Май О.В.; заявник та патентовласник Ін-т радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України; заявл. 29.12.2018; опубл. 25.07.2019, Промислова власність. Бюл. № 14. – 2019. – С. 4.80.
15. Каліберда М. Є. Визначення електродинамічних характеристик одношарової графенової решітки. Визначення електродинамічних характеристик нескінченної періодичної графенової решітки зі стрічок / М. Є. Каліберда, С. О. Погарський // Свідцтво про реєстрацію авторського права на твір №89874 від 18.06.2019.

– 2019.

16. Mayboroda D.V. Controllable filter / D.V. Mayboroda, S.A. Pogarsky // Telecommunications and Radio Engineering. – 2020. – Vol. 79, No. 7. – P. 545–553.
17. Ivzhenko, L. I., Polevoy, S. Y., Tarapov, S. I., Yachin, V. V., Kurselis, K., Kiyan, R., & Chichkov, B. N. Experimental observation of tunable Wood type resonances in an all-ferrodielectric periodical metasurface. Optics Letters, 2020, 45(19), 5514–5517.
18. Калиберда М. Е. Операторный метод в задаче о дифракции Н-поляризованной плоской волны на двуслойной бесконечной периодической ленточной решетке в отсутствие одной ленты в каждом слое / М. Е. Калиберда, Л. Н. Литвиненко, С. А. Погарский // Радиофизика и радиоастрономия – 2020. – Т. 22, №. 2. С.136–146.
19. Narytnyk T.M., Orlov A.T., Kuzmichev I.K., Korsun V.I., Perepelitsyn S.O. Design and modeling of band-pass filters on coaxial resonators for the cellular communication systems // Telecommunications and Radio Engineering. – 2020. – V. 79, № 13. – P. 1121–1127.
20. Kaliberda M. E. THz waves scattering by finite graphene strip grating embedded into dielectric slab / M. E. Kaliberda, L. M. Lytvynenko, S. A. Pogarsky // IEEE Journal of Quantum Electronics. – 2020. – Vol. 56, №. 1. – P. 8500107.
21. Kaliberda M. E., Lytvynenko L. M., Pogarsky S. A. Scattering of the H-polarized plane wave by finite and semi-infinite multilayer systems of infinite graphene strip gratings in the THz range // International Journal of Microwave and Wireless Technologies. – 2020. – Vol.12, No.5. – P.380–386.
22. M. E. Kaliberda, L. M. Lytvynenko, S. A. Pogarsky. Singular integral equations in THz plane wave scattering by graphene semi-infinite grating // Telecommunications and Radio Engineering. – 2020. Vol. 79, no. 9. pp. 731–742.
23. Mayboroda D., Pogarsky S. Microstrip monopole antenna with complicated topology. Edit. by M. Ilchenko “Advances in Information and Communication Technology and Systems”. Lecture Notes in Networks and Systems Vol. 152 Springer, 2021. – P. 394–403. (Розділ монографії).
24. Калиберда М. Е. Интегральные уравнения в моделировании многослойных графеновых решеток / М. Е. Калиберда, Л. Н. Литвиненко, С. А. Погарский // Lambert Academic Publishing, 2020. – 93 с. (монографія)
25. Пат. України на корисну модель UA144194, H01Q 1/38, H01Q 21/00. Широкопasmовoва дискова мiкросмужкова антена / С. О. Погарський, Д. В. Майборода. – № u2020 02392; заявл. 14.04.2020; опубл. 11.09.2020. – Бюл. № 17/10.09.2020.
26. Пат. України на корисну модель UA140866, H01P 1/20, H01P 1/203. Керований фiльтр / С. О. Погарський, Д. В. Майборода. – № u2019 09259; заявл. 13.08.2019; опубл. 10.03.2020. – Бюл. № 5/10.03.2020.
27. Пат. України на корисну модель UA144552, H01Q 1/38, H01Q 21/00. Дискова мiкросмужкова антена з щiлинними випромiнювачами складної топологiї / С. О. Погарський, Д. В. Майборода. – № u202002457; заявл. 17.04.2020; опубл. 12.10.2020. – Бюл. № 19/12.10.2020.
28. Калiберда М. Є., Погарський С. О. Електродинамiчнi характеристики нескiнченної графенової рiшiтки зi стрiчок // Свiдоцтво про реєстрацiю авторського права на твiр №98244 вiд 18.06.2020. – 2020.Офiцiйний бюлетень «Авторське право i сумiжнi права» №59
29. Калiберда М. Є. Електродинамiчнi характеристики скiнченної графенової стрiчкової рiшiтки в дiелектричній пластинi / М. Є. Калiберда, С. О. Погарський // Свiдоцтво про реєстрацiю авторського права на твiр №99325 вiд 23.09.2020. – 2020.
30. Автоматизоване вимiрювання параметрiв НВЧ i КВЧ елементiв : навчальний посiбник для студентiв фiзичних спецiальностей / С. О. Погарський, Д. В. Майборода. – Х. : ХНУ iменi В. Н. Каразiна, 2020. – 140 с.

31. N. Sydorchuk, S. Prosvirnin, Terahertz sensor based on all-dielectric photonic crystal, 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week, Kharkiv, Ukraine, September 21 – 25, 2020 IEEE 10th International Kharkiv Symposium on Physics and Engineering of Microwaves, Millimeter and Submillimeter Waves (MSMW), p. 564 – 567.
32. Pogarsky S.A. Radiating properties of a hybrid metal-dielectric structure / D.V. Mayboroda, S.A. Pogarsky, K.O. Smirnova // IEEE International Conference GeMico 2020 – Cottbus, Germany. – 2020. – P. 216–219.
33. Майборода Д.В. Автоматизированная обработка данных антенных измерений в дальней зоне / Д.В. Майборода, С.А. Погарский // XX Ювілейна Міжнародна науково-технічна конференція «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах (БОТТІ-2020)» – Україна, Одеса . – 2020. – с. 50–51.
34. Mayboroda D. Fractal antenna with conductive exciter / D. Mayboroda S. Pogarsky // IEEE 12th International Conference on Antenna Theory and Techniques (ICATT-2020) – Kharkiv, Ukraine. – 2020. – P. 166–169.
35. Mayboroda D. The influence of additional shielding elements on a bandwidth of fractal antenna / D. Mayboroda, S. Pogarsky // 10th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS-2020) – Kharkiv, Ukraine. – 2020. – P. 1056–1060.
36. Mayboroda D. Simulation of parameters of frequency selective surface in microwave band / D. Mayboroda, S. Pogarsky // XI International Scientific Conference “ Functional Basis of Nanoelectronics” (FBN-2020) – Kharkiv–Odessa, Ukraine. – 2020. – P. 99–101.
37. Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Lytvynenko L.M. Operator Method in Scalar Wave Scattering by Circular Slot in Screen in Case of Dirichlet Conditions // 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Kharkiv, Ukraine, 21–25 Sept. 2020. – 2020.
38. Kaliberda M. E., Pogarsky S.A., Lytvynenko L.M. Operator Method in Scattering by Double-Layer Infinite Strip Grating Without One Strip in Every Layer // 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Kharkiv, Ukraine, 21–25 Sept. 2020. – 2020.
39. Kaliberda M. E. Modeling of scattering of dielectric waveguide eigenwaves by system of graphene strips at THz / M. E. Kaliberda, S. A. Pogarsky, L. M. Kaliberda // 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), April 22–24, 2020, Kyiv. – 2020. – P. 230–233.
40. Kaliberda M. E. Radiation of planar dielectric waveguide eigenwaves scattered by graphene strip grating in THz range / M. E. Kaliberda, S. A. Pogarsky, L. M. Kaliberda // 14th European Conference on Antennas and Propagation, March 2020, Copenhagen, Denmark. – 2020.
41. S. Prosvirnin, N. Sydorchuk, Bistable Properties of Nonlinear Planar Metamaterials, Conf. Proc., IEEE 8th Intern. Conf. on Advanced Optoelectronics and Lasers CAOL-2019, Sept. 6–8, 2019, Sozopol, BULGARIA, p. 36–39.
42. Mayboroda D. V. Multi-band antenna based on quasi-fractal microstrip monopole / D. V. Mayboroda, S. A. Pogarsky, K. O. Smirnova // IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering – Lviv, Ukraine (UKRCON-2019). – 2019. – P. 35–39.
43. Mayboroda D. V. Optimization of frequency and energy characteristics of disk monopole / D. V. Mayboroda, S. A. Pogarsky, S. V. Pshenichnaya, K. S. Anikeeva, K. O. Smirnova // X International Scientific Conference Functional Basis of Nanoelectronics – Odessa, Ukraine. – 2019. – P. 150–152.
44. Mayboroda D.V. Influence of microstrip resonator topology on frequency and energy characteristics / D.V. Mayboroda, S.A. Pogarsky // The 4th International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo'2019). – 2019.
45. S. Pogarsky, K. Smirnova, E. Shcherbatiuk, M. Kaliberda / THz Waves Scattering by Multilayer System of Infinite Graphene Strip Gratings // European Microwave Conference in Central Europe (EuMCE 2019). Prague, Czech Republic. – 2019. – P. 477–480.

46. Kaliberda M. Modeling of Wave Scattering by Multilayer System of Infinite Graphene Strip Gratings Using Integral Equations Combined with Operator Method // 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO-2019). Kyiv, Ukraine. – 2019. – P. 18934763.

47. Narytnik T. Excitation of the Wave TE<sub>01</sub> in a Circular Waveguide by Means of the Higher Oscillations of an Open Resonator / T. Narytnik, A. May, I. Kuzmichev, [and others] // International Scientific-Practical Conference "Problems of Info Communications Science and Technology" (PIC S&T '2019): inter. conf., 8-11 October 2019: conf. proc. – Kyiv, Ukraine, 2019. – P. 575-579.

## **Х. Заключні відомості**

**Керівник юридичної особи**

Катрич Віктор Олександрович  
д. ф.-м. н., 01.04.03, 03.00.02

## **Перелік осіб-виконавців**

Каліберда Мстислав Євгенійович  
(к. ф.-м. н.)

Кузьмічев Ігор Костянтинович  
(д. ф.-м. н.)

Луньова Вікторія Анатоліївна  
(к. е. н.)

Овсяннікова Олена Євгеніївна  
(к. ф.-м. н., 14.00.20)

Погарський Сергій Олександрович  
(д. ф.-м. н.)

Ячин Володимир Васильович  
(д. ф.-м. н., 01.04.03)

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Гречко О.В.

**Телефон**

+38 (057) 707-52-96

**Реєстратор**

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

