

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U106735

Державний реєстраційний номер: 0121U111674

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 18-12-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Розробка комп'ютерних програм чисельного розв'язання задач на власні значення для нанолазерів, що вивчаються

Початок етапу: 09.2021

Закінчення етапу: 12.2021

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

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

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577634319, 380573152105, 380573151129

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, 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)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201300

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 428.100
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Електромагнітне моделювання мікро та нано лазерів з резонансними графеновими елементами, на порозі стаціонарного випромінювання

Назва роботи англійською:

Electromagnetic modeling of micro and nano lasers with resonant graphene elements, at the threshold of stationary radiation

Реферат українською:

При виконанні НДР, відповідно до вимог технічного завдання на 2021 р., моделювалися електромагнітні поля в присутності наноструктур, що побудовані на основі квантових ниток з графеновими оболонками, графенових стрічок на поверхні або всередині кругової квантово-активної нитки, решіток з графенових мікрострічок, нанесених на плоскі квантово-активні підкладки, та графенового диску на поверхні активного диску, комбінуючи граничні задачі для рівнянь Максвелла з квантовим описанням провідності графену. Граничні задачі зводяться до таких нескінчених матричних рівнянь або їх систем, що дозволяють отримати чисельні розв'язки з гарантованою точністю. Тестування відповідних комп'ютерних програм проводилося за допомогою перевірки збіжності отриманих результатів та виконання загальних співвідношень, таких як закон збереження енергії, граничних умов на елементах наноструктур. В деяких випадках ці результати порівнюються з відомими даними, отриманими наближеними методами. Розроблено швидкодіючі комп'ютерні програми чисельного розв'язку задач розсіяння хвиль і задач на власні значення для нанолазерів, що вивчаються. Для верифікації та оптимізації запропонованих методів та комп'ютерних програм ні їх основі були проведені систематичні чисельні експерименти з розсіяння хвиль заданої частоти на вказаних наноструктурах. Розглянуті задачі розсіяння хвиль демонструють резонансні ефекти, частоти яких відповідають частотам власних мод та можуть слугувати зручними початковими наближеннями у вивченні власних мод нанолазерів. Оскільки ці результати мають самостійне значення у хвильовій нанооптиці, у 2021 р. за ними було опубліковано 7 статей у провідних міжнародних журналах з оптики та фотоніки.

Реферат англійською:

The work on the project was performed in line to the requirements of the Terms of Reference for 2021. The research method is the modeling of the electromagnetic fields in the presence of the nanostructures for the micro and nanolaser configurations, built on active circular quantum wires with graphene shells, graphene strips on the surface or inside such quantum wires, graphene strip gratings on the flat active quantum substrates, and graphene disk on the surface of the active disk, combining Maxwell's boundary-value problems with quantum-theory description of graphene. The boundary value problems are reduced to infinite matrix equations or their systems, which allow to obtain numerical solutions with guaranteed accuracy. Testing of the corresponding computer programs has been carried out by means of the verification of satisfaction of the general relations, such as the power conservation law, the boundary conditions on the nanostructure elements, and also by the check of convergence of the obtained results. In some cases, these results are compared with known data obtained by approximate methods. High-speed computer programs for the numerical solution of the wave scattering and eigenvalue problems for the studied nanolaser configurations have been developed. To verify and optimize the proposed methods and computer codes based on them, systematic numerical experiments on the scattering of waves of a given frequency by these nanostructures were performed. The considered problems of wave scattering demonstrate resonance effects, the frequencies of which correspond to the frequencies of the eigenmodes and can serve as convenient initial approximations in the numerical study of nanolaser modes. As these results have independent value in the wave nano-optics, 7 research papers have been published in 2021 in the leading

international journals on optics and photonics.

Індекс УДК: 535.24;535.6, 537.86.029.65/.79

Коди тематичних рубрик: 29.31.15, 29.35.33

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Зіненко Тетяна Леонідівна

Науковий ступінь: к. ф.-м. н.

Вчене звання: с.д.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Проміжний звіт за II етап 2021 рік

Назва НТП англійською: Intermediate report for the second stage of 2021

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, Програмні продукти

Галузь застосування: у сфері природничих і технічних наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Проміжний звіт за II етап НДР за 2021 р., відповідно до вимог технічного завдання на 2021 р., містить інформацію щодо розробки ефективних комп'ютерних програм чисельного розв'язку задач на власні значення для конфігурацій нанолазерів, що побудовані на основі квантових ниток з графеновими оболонками, графенових стрічок на поверхні або всередині кругової квантово-активної нитки, решіток з графенових мікрострічок, нанесених на плоскі квантово-активні підкладки, та графенового диску на поверхні активного диску. Це включає тестування та оптимізацію відповідних програм для розрахунку задач розсіяння хвиль, що були розроблені на I етапі НДР у 2021 р. Це є необхідним попереднім етапом перед аналізом лазерних задач на власні значення. Розроблено швидкодіючі комп'ютерні програми чисельного розв'язку задач розсіяння хвиль і задач на власні значення для нанолазерів, що вивчаються. Для верифікації та оптимізації запропонованих методів та комп'ютерних програм на їх основі були проведені систематичні чисельні експерименти з розсіяння хвиль заданої частоти на вказаних наноструктурах. Розглянуті задачі розсіяння хвиль демонструють резонансні ефекти, частоти яких відповідають частотам власних мод та можуть слугувати зручними початковими наближеннями у вивченні власних мод нанолазерів.

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

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 09.2021

Закінчення етапу: 12.2021

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):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

S.V. Dukhopelnykov, M. Lucido, R. Sauleau, A.I. Nosich, "Circular dielectric rod with conformal strip of graphene as tunable terahertz antenna: interplay of inverse electromagnetic jet, whispering gallery and plasmon effects," IEEE J. of Selected Topics in Quantum Electronics, vol. 27, no 1, art. no 4600908, 2021

D.O. Herasymova, S.V. Dukhopelnykov, M. Lucido, A.I. Nosich, "Optical sensing of electron-beam position with twin silver nanotube antenna tuned to hybrid surface plasmon resonance," IEEE J. of Selected Topics in Quantum Electronics, vol. 27, no 1, art. no 4601008, 2021.

F.O. Yevtushenko, S.V. Dukhopelnykov, T.L. Zinenko, "E-polarized plane-wave scattering from a PEC strip grating on a dielectric substrate: analytical regularization and lattice-mode resonances," J. of Electromagnetic Waves and Applications, vol. 35, no 10, pp. 1388–1405, 2021.

F.O. Yevtushenko, S.V. Dukhopelnykov, T.L. Zinenko, Y.G. Rapoport, "Electromagnetic characterization of tuneable graphene-strips-on-substrate metasurface over entire THz range: Analytical regularization and natural-mode resonance interplay," IET Microwaves, Antennas and Propagation, vol. 15, no 10, pp. 1225–1239, 2021.

M. Lucido, M.V. Balaban, and A.I. Nosich, "Plane wave scattering from thin dielectric disk in free space: generalized boundary conditions, regularizing Galerkin technique and whispering-gallery mode resonances," IET Microwaves, Antennas and Propagation, vol. 15, no 10, pp. 1159–1170, 2021.

M.P. Tikhenko, V.V. Radchenko, S.V. Dukhopelnykov, A.I. Nosich, "Radiation characteristics of a double-layer spherical dielectric lens antenna with a conformal PEC disk fed by on-axis dipoles," IET Microwaves, Antennas and Propagation, vol. 15, no 10, pp. 1249–1269, 2021.

D.O. Herasymova, S.V. Dukhopelnykov, A.I. Nosich, "Infrared diffraction radiation from twin circular dielectric rods covered with graphene: plasmon resonances and beam position sensing," J. of Optical Society of America B, vol. 38, no 9, pp. C183–C190, 2021.

Х. Заключение відомості

Керівник юридичної особи

Мележик Петро Миколайович

д. ф.-м. н., 01.04.03

Перелік осіб-виконавців

Євтушенко Федір Олександрович

Балабан Михайло Васильович

(к.ф.-м.н.)

Герасимова Дарія Олександрівна

Духопельников Сергій Володимирович

(к. т. н.)

Костенко Олексій Володимирович

(к.ф.-м.н.)

Натаров Денис Михайлович

(к. ф.-м. н., 01.04.03)

Відповідальний за підготовку

Духопельников С.В.

облікових документів

Телефон

+38 (066) 185-94-23

Реєстратор

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

