

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U002217

Державний реєстраційний номер: 0122U001663

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 25-02-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Підвищення ефективності генераторів та підсилювачів терагерцового діапазону із застосуванням модифікованих сповільнювальних систем.

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:

Взаємодія терагерцового випромінювання з електронними потоками в гіперболічних та гіротропних магнітофотонних структурах

Назва роботи англійською:

Interaction of terahertz radiation with electron beams in hyperbolic and gyrotropic magnetophotonic structures

Реферат українською:

Досліджено взаємодію електромагнітного випромінювання з одновимірним магнітофотонним кристалом, структура якого складається із діелектричних шарів та шарів, які характеризуються гіперболічним характером дисперсії. Отримано дисперсійне рівняння для такого кристалу та визначені основні характеристики власних режимів, які обумовлені існуванням об'ємних та поверхневих хвиль. Отримані аналітичні співвідношення для коефіцієнту пропускання магнітофотонного кристалу на основі методу хвиль Флоке-Блоха. В зонах пропускання багатошарової періодичної структури, які відповідають поверхневим хвилям, реалізуються високодобротні резонансні піки, що характеризуються практично повним проходженням енергії через магнітофотонний кристал. Ці піки розділені між собою додатковими забороненими зонами, що дає можливість формування ефективних вузькосмугових фільтрів для керування випромінюванням у терагерцовому діапазоні. Проведено дослідження власних режимів шаруватих надпровідників циліндричної конфігурації. Отримано вираз для частоти нелінійних коливань, який враховує малу адитивну квадратичність амплітуди коливань та ефект генерації третьої гармоніки коливань. Виявлено, що наявність малих втрат у середовищі призводить до зменшення амплітуди екстраординарної хвилі при її поширенні і, зрештою, до явища зупинки терагерцових хвиль. Досліджено кілька конфігурацій керованих двовимірних фотонно-кристалічних хвилеводів з порожнистими каналами, які можуть бути застосовані як електродинамічні системи електронних приладів терагерцового діапазону. Елементи оболонки хвилеводу є гіротропними, що дозволяє керувати їх експлуатаційними характеристиками через зміну зовнішнього магнітного поля. Запропонована схема електродинамічної системи терагерцового приладу дозволяє розробляти доволі компактні електронно-хвильові системи, які не потребують фокусувальних полів і керуються зовнішніми полями.

Реферат англійською:

The interaction of electromagnetic radiation with a 1D magnetophotonic crystal, the structure of which consists of dielectric layers and layers characterized by hyperbolic dispersion, has been studied. The dispersion equation for such a crystal has been obtained and the main characteristics of the eigenmodes, which are due to the existence of bulk and surface waves, have been determined. Analytical relations for the transmission coefficient of a magnetophotonic crystal have been obtained based on the Floquet-Bloch waves method. In the transmission zones of a multilayer periodic structure, which correspond to surface waves, high-Q resonance peaks are realized, characterized by almost complete energy transmission through the magnetophotonic crystal. These peaks are separated from each other by additional forbidden zones, which makes it possible to form effective narrow-band filters for controlling THz radiation. Modes of layered superconductors of cylindrical configuration have been studied. An expression for the frequency of nonlinear oscillations was obtained, which takes into account the small additive quadraticity of the oscillation amplitude and the effect of generation of the third harmonic of oscillations. It was found that the presence of small losses in the medium leads to a decrease in the amplitude of the extraordinary wave during its propagation and, ultimately, to the phenomenon of stopping THz waves. Several configurations of controlled 2D photonic crystal waveguides with hollow channels were investigated, which can be used as electrodynamic systems of THz electron devices. The elements of the waveguide claddings are gyrotropic, which allows controlling their operational characteristics by changing the external magnetic field. The proposed

scheme of the electrodynamic system of a THz device allows developing compact beam-wave systems that do not require focusing fields and are controlled by external fields.

Індекс УДК: 535.24;535.6, 537.874; 621.385.6

Коди тематичних рубрик: 29.31.15

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Шматько Олександр Олександрович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Теоретичні основи для створення нової генерації компактних джерел терагерцового випромінювання із застосуванням електродинамічних систем на основі гіперболічних та гіротропних метаматеріалів.

Назва НТП англійською: Theoretical foundations for developing a new generation of compact sources of terahertz radiation using electrodynamic systems based on hyperbolic and gyrotropic metamaterials.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Приладобудування мікрохвильових та терагерцових систем радіолокації, спектроскопії, біології, медицини, зв'язку та охорони. Науково-технічні розробки компактних джерел терагерцового випромінювання

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблене теоретичне підґрунтя для розроблення новітніх електродинамічних систем компактних електронних приладів терагерцового діапазону малої та середньої потужності. Запропоновані електродинамічні системи базуються на сучасних одновимірних та двовимірних фотонно-кристалічних структурах, які містять різноманітні керовані елементи, такі, як гіротропні та гіперболічні метаматеріали, напівпровідникові нанотрубки, надпровідні шаруваті матеріали. Визначені власні режими гіротропних та гіперболічних магнітофотонних хвильоводних структур, які можуть бути застосовані для взаємодії поверхневих хвиль з електронними потоками та керування характеристиками терагерцового випромінювання. Досліджені спектральні характеристики керованих фотонно-кристалічних хвильоводів, на яких базуються електродинамічні системи терагерцових приладів.

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

1. Averkov Yu., Prokopenko Yu., Yampol'skii V. Manifestation of the Aharonov-Bohm effect in hydrodynamic instability of an electron beam moving along a semiconductor nanotube // Low Temp. Phys. 2024. Vol. 50, No. 5. P. 396–408. <https://doi.org/10.1063/10.0025623>
2. Averkov Yu.O., Prokopenko Yu.V., Yampol'skii V.A. Hydrodynamic beam instability in semiconductor nanotubes with dielectric filling // The 2024 IEEE 42nd Int. Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv Polytechnic Week at Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute on May 13–16, 2024 in Kyiv, Ukraine. Conference proceedings. P. 34–39. <https://doi.org/10.1109/ELNANO63394.2024.10756932>.
3. Averkov Y.O., Dormidontov A.V., Yakovenko V.M. Energy loss of a charged particle moving in a magnetic field along a spiral trajectory around a conducting solid-state plasma cylinder // The 2024 IEEE 42nd International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv Polytechnic Week at Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute on May 13–16, 2024 in Kyiv, Ukraine. Conference proceedings. P. 120–124. <https://doi.org/10.1109/ELNANO63394.2024.10756921>.
4. Apostolov S.S., Usatenko O.V., Yampol'skii V.A., Melnyk S.S., Grigolini P., and Krokhin A. Random telegraph processes with nonlocal memory // Physical Review E, 2024. Vol. 110. 024303. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.110.024303>
5. Shmat'ko A.A., Odarenko E.N. The narrow-band filter based on a magnetophotonic crystal involving layers with hyperbolic dispersion laws // Radio Physics and Radio Astronomy. 2024. Vol. 29, No. 1. pp. 68–75. <https://doi.org/10.15407/rpra29.01.068>
6. Демиденко Є.Є., Новицький В.В., Одаренко Є.М., Шматько О.О. Характеристики керованого Бреґівського хвилеводу з гіротропними оболонками // Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб. 2024, № 218, С. 144–150. <http://rt.nure.ua/article/view/318820>
7. Demydenko E.E., Novytskyi V.V., Odarenko E.N., Shmat'ko A.A. Tunable Photonic Crystal Waveguides with Gyrotropic Elements // 17th Int. Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET2024). 09–12 October, 2024, Lviv-Slavske, Ukraine. Conference proceedings. P. 325–328. <https://doi.org/10.1109/TCSET64720.2024.10755609>
8. Гнатенко О.С., Одаренко Є.М., Курський Ю.С., Моргун І.В. Лазерні, оптико-електронні прилади та системи. Ч.4. Інформаційно-вимірювальні технології. Теорія та практичні аспекти сучасних волоконно-оптичних гіроскопів: Монографія. – Харків : Факт, 2024 – 200 с. ISBN 978-617-8175-51-1. <https://doi.org/10.30837/978-617-8175-51-1>
9. Odarenko E.N., Hnatenko O.S. Photonic Crystal Fibers with Triangular and Kagome Structures for Fiber Optic Gyroscopes // Journal of Nano- and Electronic Physics. 2024. Vol. 16, No. 6, 06029. [https://doi.org/10.21272/jnep.16\(6\).06029](https://doi.org/10.21272/jnep.16(6).06029)
10. Казанко О.В., Пенкіна О.Є. Розв'язки хвильового рівняння в задачі про розповсюдження механічних хвиль у двовимірному шаруватому середовищі з майже-інваріантним відношенням матеріально-геометричних параметрів // Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2024, вип. 210. С. 18–27. <http://csw.kart.edu.ua/article/view/320674>
11. Аверков Ю.О., Прокопенко Ю.В., Дормидонтов А.В. Генерація електромагнітних хвиль на основі ефектів взаємодії заряджених частинок, що рухаються, з полями збуджувальних ними власних мод хвилевідних та резонаторних структур // Вісті вищих учбових закладів. Радіоелектроніка. 2024. Т. 67, № 3. С. 137–166. <https://doi.org/10.20535/S0021347024030038>

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Катрич Віктор Олександрович

д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Аверков Юрій Олегович

(д. ф.-м. н., 01.04.03)

Апостолов Станіслав Сергійович

(д. ф.-м. н., 01.04.02)

Кадигроб Дмитро Васильович

(к. ф.-м. н., 01.04.02)

Казанко Олександр Віталійович

Лисиця Віктор Тимофійович

(к. ф.-м. н.)

Мізернік Вікторія Миколаївна

Одаренко Євген Миколайович

(д.ф.-м.н., 01.04.03)

Пазинін Вадим Леонідович

(д. ф.-м. н., 01.04.03)

Ямпольський Валерій Олександрович

(д.ф.-м.н., 01.04.02, 01.04.07)

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**

