# Облікова картка НДДКР

**Державний обліковий номер:** 0223U000852

**Державний реєстраційний номер:** 0120U102213

**Відкрита**

**Дата реєстрації:** 20-01-2023

## 1. Етапи виконання

**Номер етапу:** 3

**Назва етапу:** Визначення умов підвищення величини моменту інерції вібраторних розсіювачів різних типів та умов ефективної каналізації хвиль міліметрового та терагерцового діапазонів. Моделювання пондеромоторної дії електромагнітних хвиль на імпедансні закріплені нано- вібратори зі сталим розподіленим імпедансом за умови динамічної трансформації їх геометричної конфігурації. Дослідження умов збудження і каналізації хвиль міліметрового та терагерцового діапазонів, а також умов зі створення щілинних випромінюючих структур.

**Початок етапу:** 01-2022

**Закінчення етапу:** 12-2022

**Вид звітного документа:** Остаточний звіт

## 2. Виконавець

**Назва організації:** Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

**Код ЄДРПОУ/ІПН:** 02071205

**Підпорядкованість:** Міністерство освіти і науки України

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

**Телефон:** 380577051247

**E-mail:** univer@karazin.ua

**E-mail:** rector@karazin.ua

**WWW:** http://www.univer.kharkov.ua/

## 3. Власник результатів НДДКР (продукції)

**Назва організації:** Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

**Код ЄДРПОУ/ІПН:** 02071205

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

**Підпорядкованість:** Міністерство освіти і науки України

**Телефон:** 380577051247

**E-mail:** rector@karazin.ua

**E-mail:** univer@karazin.ua

**WWW:** http://www.univer.kharkov.ua/

## 4. Джерела та напрями фінансування

**Підстава для проведення робіт:** 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук

(головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

**КПКВК:** 2201040

**Напрям фінансування:** 2.1 - фундаментальні дослідження

### Джерела фінансування

**Джерело фінансування:** 7713 - кошти держбюджету

**Фактичний обсяг фінансування за звітний етап:** 966.377 тис. грн.

## 5. Науково-технічна робота

### Назва роботи (укр)

Енергетичні перетворення електромагнітних хвиль міліметрового та терагерцового діапазонів в процесах дифракції на імпедансних структурах.

### Назва роботи (англ)

Energy transformations of electromagnetic waves of the millimeter and terahertz ranges in diffraction processes on impedance structures.

### Реферат (укр)

Метою роботи є подальший розвиток чисельно-аналітичних методів дослідження пондеромоторної дії електромагнітних хвиль на вібраторні розсіювачі з розподіленим імпедансом, створення на їх основі інтегрованих математичних моделей, які дозволяють вивчити пондеромоторний вплив на механічний рух вібраторних елементів, розробка ефективних методів аналізу і синтезу щілинних ліній передачі хвиль міліметрового й терагерцового діапазонів та вироблення рекомендацій щодо створення новітніх елементів та пристроїв таких діапазонів. На третьому етапі роботи досліджено особливості пондеромоторної дії електромагнітних хвиль на імпедансні закріплені нано-вібратори зі сталим розподіленим імпедансом за умови динамічної трансформації їх геометричної конфігурації. Розраховано сили, які діють на тонкий металевий вібратор у хвилеводі. Встановлено, що на вібратор діє крім поздовжньої ще й поперечна сила. Розв'язано задачі про рух вібратора з двома закріпленими кінцями і з одним закріпленим кінцем під дією неперервного або імпульсного випромінювання. Результати досліджень можуть бути використані для розв'язання задач керування положенням мікромішені (вібратора) за допомогою мікрохвильового випромінювання. Досліджено власні коливання апертури плоского з'єднання круглого хвилеводу з набором прямокутних хвилеводів. Вони відіграють вирішальну роль у генерації власних коливань більш складних хвилевідних компонентів, що містять розглянуті площинні зчленування. Показано, що дійсну частину частоти власних коливань можна зменшити шляхом збільшення кількості прямокутних хвилеводів, розташованих відповідно до поворотної симетрії та/або їх ширини. Власні коливання можуть бути зміщені навіть нижче частоти відсічення фундаментальної моди круглого хвилеводу у випадку двох широких прямокутних хвилеводів. Показано, що при розташуванні прямокутних хвилеводів уздовж концентричних кілець кількість власних коливань зростає зі збільшенням кількості кілець.

### Реферат (англ)

The aim of the work is further development of numerical-analytical methods of research of ponderomotive action of electromagnetic waves on vibrator scatterers with distributed impedance, creation of integrated mathematical models based on them, which allow to study ponderomotive influence on mechanical motion of vibrator elements, development of effective methods of analysis and synthesis of slot transmission lines of millimeter and terahertz waves and development of recommendations for the creation of new elements and devices of such ranges. At the third stage of the work, the features of the ponderomotive action of electromagnetic waves on impedance fixed nanovibrators with a constant distributed impedance were studied during dynamic transformation of their geometric configuration. The forces acting on a thin metal vibrator in a waveguide are calculated. It has been established that, in addition to the longitudinal, the transverse force also acts on the vibrator. The problems of the motion of a vibrator with two fixed ends and with one fixed end under the action of continuous or pulsed radiation are solved. The research results can be used to solve the problems of controlling the position of a microtarget

(vibrator) using microwave radiation. Natural oscillations of the aperture of a flat connection of a circular waveguide with a set of rectangular waveguides are studied. They play a decisive role in the generation of natural oscillations of more complex wave-like components containing the considered planar joints. It is shown that the real part of the oscillation frequency can be reduced by increasing the number of rectangular waveguides arranged in accordance with the rotational symmetry and/or their width. Natural oscillations can be shifted even below the cutoff frequency of the fundamental mode of a circular waveguide in the case of two wide rectangular waveguides. It is shown that when rectangular waveguides are located along concentric rings, the number of

**Індекс УДК:** 537.87;621.371, 537.87:621.396.67

**Коди тематичних рубрик НТІ:** 29.35.19

## 6. Науково-технічна продукція (НТП)

### НТП 1

**Назва продукції (укр):** Математичні моделі фізичних процесів в імпедансних вібраторних та щілинних елементах і структурах.

**Назва продукції (англ):** Mathematical models of physical processes in impedance vibrator and slot elements and structures.

**Очікувані результати:** Методи, теорії

**Галузь застосування:** Зв'язок, мобільний зв'язок, телебачення, інформаційні системи, НВЧ технології, наукове приладобудування, радіоастрономія, радіолокація, навігація тощо.

**Опис продукції (укр):** Побудовано математичні моделі, розроблено алгоритми й пакети програмного забезпечення для розрахунку та дослідження енергетичних перетворень електромагнітних хвиль в процесах дифракції на імпедансних вібраторних елементах у вільному просторі, у прямокутному хвилеводі, на багатощілинних плоско-кіральних діафрагмах у круглому хвилеводі, на апертурі плоского з’єднання круглого хвилеводу з наборами прямокутних хвилеводів.

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

**Стадія завершеності НТП:** Звіт по НДДКР

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Строки впровадження:**

**Виробник продукції:** ХНУ імені В.Н.Каразіна

**Споживачі продукції:** Інститут радіофізики і електроніки НАНУ, Радіоастрономічний інститут НАНУ, ХНУРЕ, НАУ ім. Н. Є. Жуковського «ХАІ», НДІ Радіовимірювань, Національне космічне агентство України, підприємства з розробки і створення сучасних РЛС, радіотехнічних комплексів, організації й установи Міноборони України, та ін.

**Перспективні ринки:** Україна, країни НАТО

**Права інтелектуальної власності:** За договорами

**Форми та умови передачі продукції:** Спільні НДДКР

## 7. Бібліографічний опис

Yeliseyeva N., Berdnik S., Katrich V. The Radiation Characteristics of Two Coupled Vertical Dipoles with a Finite Size Screen. In: Ilchenko M., Uryvsky L., Globa L. (eds) Advances in Information and Communication Technology and Systems. MCT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems. – Springer, Cham. 2021, vol 152, p 342-358. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58359-0_19

Asymmetric impedance vibrator for multi-band communication systems / M. V. Nesterenko, V. A. Katrich, S. L. Berdnik, O. M. Dumin, Y. O. Antonenko // Progress In Electromagnetics Research M. – 2021. – Vol. 102. – P. 81-89. DOI:10.2528/PIERM21031207

System of material objects in electrodynamic volumes / M. V. Nesterenko, V. A. Katrich, S. L. Berdnik, V. I. Kijko // Progress In Electromagnetics Research C. – 2021. – Vol. 109. – P. 205-216. DOI:10.2528/PIERC20122301

Radiation of electromagnetic waves by an arbitrarily oriented slot at the end wall of a rectangular waveguide / M. V. Nesterenko, V. A. Katrich, V. I. Kijko, S. V. Pshenichnaya // Progress In Electromagnetics Research C. – 2021. – Vol. 113. – P. 47-58. DOI:10.2528/PIERC21042303

Approximate boundary conditions for electromagnetic fields in electromagnetics / M. V. Nesterenko, S. L. Berdnik, A. V. Gomozov, D. V. Gretskih, V. A. Katrich // Radioelectronic and Computer Systems. – 2022. – No 3(103). – P. 141-160. DOI: 10.32620/reks.2022.3.11

Scattering of electromagnetic waves by impedance biconical vibrators in a free space and in a rectangular waveguide / M. V. Nesterenko, A. V. Gomozov, V. A. Katrich, S. L. Berdnik, V. I. Kijko // Progress In Electromagnetics Research C. – 2022. – Vol. 119. – P.275-285. DOI: 10.2528/PIERC22020304

Вимірювання тиску мікрохвильового випромінювання на тонкі металеві волокна / М.Г. Кокодій, С.Л. Бердник, В.О. Катрич, М.В. Нестеренко, І.О. Приз, А.О. Натарова, В.О. Маслов, К.І. Мунтян // Український метрологічний журнал. – 2021. – № 4. – С. 45-50. DOI: 10.24027/2306-7039.4.2021.250413

Pressure of Electromagnetic Radiation on a Linear Vibrator / Kokodii, M., Berdnik, S., Katrich, V., Nesterenko, M., Kaydash, M. // East European Journal of Physics. – 2021. – No 4. – P.172-179. DOI: 10.26565/2312-4334-2021-4-23 (indexed by SCOPUS)

Pressure of electromagnetic radiation on a thin linear vibrator in a waveguide / M.G. Kokodii, V.O. Katrich, S.L. Berdnik, M.V. Nesterenko, V.O. Maslov, I.O. Priz. // East European Journal of Physics. – 2022. – No 3. – P. 45-52. DOI: 10.26565/2312-4334-2022-3-06 (indexed by SCOPUS)

Polarization and Resonance Characteristics of Field of Two Orthogonal Pairs of Impedance Dipoles Excited In-Phase and Placed above Screen / N. Yeliseyeva, S. Berdnik, V. Katrich // Proc. of 41-th International Conf. on Electronics and Nanotechnology (ELNANO-2022), Kyiv (Ukraine). – 2022. – P. 562-565. URL: https://doi.org/10.1109/ELNANO54667.2022.9927032

Diffraction resonances in thin refractive fibers / D. Gurina, I. Garyachevskaya, M. Dubinin, N. Kokodii, I. Priz. // Proc. IEEE Ukrainian Microwave Week, November 14-18, 2022.

Kirilenko A. Multiring Slot Arrangements for Multiband Optical Activity of Bilayer Objects / A. Kirilenko, S. Steshenko, Y. Ostryzhnyi // Proc. IEEE Ukrainian Microwave Week, November 14-18, 2022.

Steshenko S. Aperture Eigenoscillations of a Plane Junction of a Circular Waveguide with a Set of Rectangular Waveguides / S. Steshenko, A. Kirilenko // Proc. IEEE Ukrainian Microwave Week, November 14-18, 2022.

Копякова В.О., Кокодій М.Г. Резонанси та «антирезонанси» при взаємодії електромагнітного випромінювання з тонкими волокнами. Науково-технічна конференція «Фізико-технічні проблеми енергетики та шляхи їх вирішення 2022», Харків, 27 червня 2022 р.

Дифракційні резонанси Фано в тонких циліндрах / Кокодій, М., Гуріна, Д., Гарячевська, І., Дубінін, М. // Proc. of the 13th International Scientific and Practical Conference «Scientific Research in XXI Century», Ottava, Canada, December 6-8, 2022. P. 324-326. URL: https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/1870

## 8. Звітна документація

**Кількість сторінок в звіті:** 73

**Мова звіту:** Українська

**Кількість файлів у звіті:** 1

## 9. Заключні відомості

### Перелік осіб-виконавців

Бердник Сергій Леонідович (д. ф.-м. н., пров.н.с.)

Кириленко Анатолій Опанасович (д. ф.-м. н.)

Кокодій Микола Григорович (д.ф.-м.н., пров.н.с.)

Нестеренко Михайло Васильович (д. ф.-м. н., пров.н.с.)

Пшенична Світлана Вікторівна (ст.н.с.)

Стешенко Сергій Олександрович (д. ф.-м. н., пров.н.с.)

**Керівник організації:**

Бакіров Віль Савбанович (д. соц. н., професор, акад.)

**Керівники роботи:**

Катрич Віктор Олександрович (д. ф.-м. н., професор)

**Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ**

Юрченко Т.А.