

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0222U005148

**Державний реєстраційний номер:** 0122U002145

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 20-12-2022

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Розробка багатомодового аналітичного підходу для описання дисипативних систем з довільним числом елементів з урахуванням конверсії та конкуренції мод, а також конвективного тепломасопереносу в рідких діелектриках. Застосування даних ефектів (багатомодовість, конверсія, конкуренція і конвекція) для дослідження компенсацій втрат для дисипативних систем, що працюють на різних типах мод.

**Початок етапу:** 03.2022

**Закінчення етапу:** 12.2022

**Вид звітнього документа:** Проміжний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 14312223

**Місцезнаходження:** вул. Академічна, буд. 1, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61108, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380573353530, 380573351688, 380573356425

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національна академія наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 00019270

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380442343243

## 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):** 6541230

|                                                           |
|-----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 1000.000 |
|-----------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Хвильові процеси в дисипативних структурах з різними граничними умовами

### **Назва роботи англійською:**

Wave processes in dissipative structures with different boundary conditions

### **Реферат українською:**

Перший етап роботи присвячено розробці багатомодового аналітичного підходу для описання дисипативних систем з довільним числом елементів з урахуванням конверсії та конкуренції мод, конвективного тепломассопереносу в рідких діелектриках, а також застосуванню даних ефектів (багатомодовість, конверсія, конкуренція і конвекція) для дослідження компенсацій втрат дисипативних систем, що працюють на різних типах мод. Нами успішно побудовано багатомодовий підхід, а також розроблено кілька чисельних моделей для апробації отриманих результатів. Даний підхід був успішно застосований для дослідження зв'язаних систем різної геометрії та граничних умов. Вивчена взаємодія різного типу метаповерхень із підсилювальним середовищем. Виконано систематичний і точний аналіз динаміки пасивних і активних зборів наночастинок з практичною метою побудови пристрою генерації світла (повністю діелектричний аналог SPASER). Також запропоновано дистанційний спосіб керованого нагріву плазми, який ґрунтується на використанні феномену виняткової точки зв'язаної системи діелектричного та плазмового хвилеводів. Досліджено компенсацію втрат в резонаторі гіротрону. Використовуючи самоузгоджений підхід, було показано, що похибки в обробці комплексного резонатора призводять до збільшення стартового струму робочої моди. Також доведена можливість багатомодової роботи гіротрону за рахунок гофрування поверхні резонатора із визначеними параметрами.

### **Реферат англійською:**

The first stage of the work is devoted to the development of a multimode analytical approach for describing dissipative systems with an arbitrary number of elements, taking into account the conversion and competition of modes, convective heat and mass transfer in liquid dielectrics, as well as the application of these effects (multimodality, conversion, competition and convection) for the study of loss compensations of dissipative systems, that work on different types of mods. We have successfully built a multi-mode approach, and also developed several numerical models to approbation of the results obtained. This approach was successfully applied to the study of coupled systems of different geometries and boundary conditions. The interaction of different types of metasurfaces with the reinforcing medium was studied. A systematic and accurate analysis of the dynamics of passive and active assemblies of nanoparticles was performed with the practical goal of building a light generation device (a fully dielectric SPASER analogue). A remote method of controlled plasma heating is also proposed, which is based on the use of the phenomenon of the Exceptional point of a connected system of dielectric and plasma waveguides. Loss compensation in the gyrotron resonator was studied. Using a self-consistent approach, it was shown that errors in the processing of a complex resonator led to an increase in the starting current of the operating mode. The possibility of multi-mode operation of the gyrotron due to corrugation of the resonator surface with the specified parameters has also been proven.

**Індекс УДК:** , 517.958:536.25 , 533.951

**Коди тематичних рубрик:** 28.29.65.21, 27.35.46, 29.27.17

### **Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Глущенко Антон В'ячеславович

**Науковий ступінь:** к.ф.-м.н.

**Вчене звання:**

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** Методика знаходження багатомодового аналітичного підходу для описання дисипативних систем з довільним числом елементів з урахуванням конверсії та конкуренції мод, конвективного тепломасопереносу в рідких діелектриках, а також застосування даних ефектів (багатомодовість, конверсія, конкуренція і конвекція) для дослідження компенсацій втрат дисипативних систем, що працюють на різних типах мод.

**Назва НТП англійською:** Methods for finding the development of a multimode analytical approach for describing dissipative systems with an arbitrary number of elements, taking into account the conversion and competition of modes, convective heat and mass transfer in liquid dielectrics, as well as the application of these effects (multimodality, conversion, competition and convection) for the study of loss compensations of dissipative systems, that work on different types of mods.

**НТП, яку передбачалося створити:**

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

**Отримані результати:** Методи, теорії

**Галузь застосування:** Мікрохвильова та терагерцова спектроскопія і техніка

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Розроблена обчислювальна методика побудови багатомодового підходу, а саме числові моделі для апробації отриманих результатів. Дана методика була застосована для дослідження зв'язаних систем різної геометрії з різними граничними умовами. Створення фізичного обґрунтування та на його основі розробка дизайну зразків поверхневих метаматеріалів, придатних для поглинання випромінення у НВЧ, ІЧ та видимому діапазоні за рахунок використання систем з посиленнями та втратами, котрі здатні підтримувати високودобротні резонансні режими, а також при врахуванні конвекції в рідкому діелектрику, який заповнює хвилеведучі елементи, що дозволить підвищити температурну надійність таких систем. Результати роботи мають великі практичні перспективи у сфері сенсорів, лазерів та датчиків.

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

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** За згодою з замовником

**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):**

**Додаткова інформація:**

## **IX. Бібліографічний опис**

1. A. V. Hlushchenko, D. V. Novitsky, and V. R. Tuz, Trapped-mode excitation in all-dielectric metamaterials with loss and gain, Phys. Rev. B 106, 155429 (2022).
2. V.I. Shcherbinin, T.I. Tkachova, A.V. Maksimenko, et al. A Novel Complex Cavity for Second-Harmonic Subterahertz Gyrotrons: a Tradeoff Between Engineering Tolerance and Mode Selection. J Infrared Milli Terahz Waves (2022).
3. A.V. Hlushchenko, Multimode parity-time symmetry and exceptional point in coupled systems with loss and gain, Humboldt meets Leibniz conference (Emerging Topics in Optics and Photonics), (June 12-14, 2022).
4. Андреева О.Л., Глущенко А.В., Ткаченко В.І. «Використання Р – симетрії для нагріву циліндричної плазми» Щорічна наукова конференція XXIX – Інституту ядерних досліджень НАН України, (Вересень, 26 – 30, 2022). в режимі онлайн.
5. Максименко О.В., Щербінін В.І., Ткаченко В.І., Самоузгоджений аналіз резонаторів гіротронів з і скачкоподібною зміною поздовжнього профілю, Матеріали XX конференції з фізики високих енергій і ядерної фізики. (Харків, 2022. С. 45.)
6. T. Tkachova, Effect of High Fourier Harmonics on Characteristics of Corrugated Cylindrical Waveguides, Proc. of IEEE UkrMW-2022: 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (November 14-18, 2022).
7. V. Shcherbinin, T. Tkachova, M. Thumm, J. Jelonnek, Self-Consistent Modeling of Beam-Wave Interaction in Complex Gyrotron Cavities with Azimuthal Slots, Proc. of IEEE UkrMW-2022: 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (November 14-18, 2022).

## **X. Заключні відомості**

**Керівник юридичної особи**

Шульга Микола Федорович  
д. ф.-м. н., 01.04.16

**Перелік осіб-виконавців**

Андреева Оксана Леонідівна  
(к. т. н.)

Максименко Олександр Володимирович  
(к. ф.-м. н., 01.04.20)

Ткачова Тетяна Іванівна

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Андреева Оксана Леонідівна

**Телефон**

+38 (097) 292-06-15

**Реєстратор**

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

