

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0223U005276

**Державний реєстраційний номер:** 0120U104229

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 19-12-2023

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 4

**Назва етапу:** Теоретичний розрахунок і комп'ютерне моделювання електромагнітних полів у резонаторах неінтегрованої форми з неоднорідним заповненням та квантових термоелектричних процесів у ансамблях квантових точок. Дослідження нових джозефсонівських плазмових хвиль та хвильового транспорту у шаруватих надпровідниках. Дослідження ефекту Ааронова-Бома при резонансному збудженні власних електромагнітних хвиль нанорозмірного діелектричного циліндра з поверхневим двовимірним провідниковим шаром та вивчення взаємодії фотонів з плазмон-поляритонами при трьохчастинкових процесах. Дослідження хвильового транспорту та андерсонівських локалізаційних ефектів у фотонно-кристалічних наноструктурах.

**Початок етапу:** 05.2023

**Закінчення етапу:** 11.2023

**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

|                                                           |
|-----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 2620.010 |
|-----------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Квантові явища при взаємодії електромагнітних хвиль з твердотільними наноструктурами

### **Назва роботи англійською:**

Quantum phenomena in the interaction of electromagnetic waves with solid-state nanostructures

### **Реферат українською:**

Метою даного проекту є дослідження квантових явищ, які виникають у твердотільних наноструктурах (нанодротах, провідникових наноплівках, поверхнях з нанорозмірною неоднорідністю, напівпровідникових наноструктурах, системах джозефсонівських контактів тощо) при опроміненні електромагнітними хвилями та лазерними променями або під дією постійних електричного та/або магнітного поля. Зокрема, ми маємо на меті дослідити такі важливі квантові явища, як: формування квазіодновимірного кристалу з електронів у нанодроті та квантові фазові переходи в такому кристалі; виникнення кулонівських теплового опору та магнітоопору у двошарових наносистемах; виникнення квантових аномалій і андерсонівської локалізації при дифракції плазмон-поляритонів на нанорозмірних неоднорідностях; вплив ефекта Ааронова-Бома на спектр власних коливань у наноструктурах; вплив гіротропії на явище андерсонівської локалізації в шаруватих структурах; квантові ефекти Зеебека і Пельтьє в напівпровідникових наноструктурах; нові джозефсонівські плазмові хвилі та нелінійні ефекти у системах джозефсонівських контактів.

### **Реферат англійською:**

This project aims to study quantum phenomena which occur in solid-state nanostructures (nanowires, conducting nanofilms, surfaces with nanosized inhomogeneities, semiconductor nanostructures, Josephson junction arrays, etc.) when they are irradiated by the electromagnetic waves or laser beams, or due to some impact of the DC electric and/or magnetic field. Especially, we intend to study such important quantum phenomena as the formation of quasi-one-dimensional electron crystal in a nanowire and the quantum phase transitions in such crystal; the thermal Coulomb drag resistance and magnetodrag resistance in double-layered nanostructures; the Anderson localization at the diffraction of plasmon-polaritons on nanosized inhomogeneities; the impact of the Aharonov-Bohm effect on the spectrum of eigenmodes of nanostructure; effect of gyrotropy on the phenomenon of Anderson localization in layered structures; quantum effect of Seebeck and Peltier in semiconducting nanostructures; Josephson plasma waves and nonlinear effects in the Josephson junction arrays.

**Індекс УДК:** 621.396.67; 621.372.8; 621.3.029.6, 621.373.8.01; 621.375.8.01, 669; 621.315.59:539.24, 669:[621.315.59:544.35, 538.9 , 538.945 , 537.87; 621.371

**Коди тематичних рубрик:** 47.43.25, 47.03.07, 53.41.41, 53.41.49, 29.19.03, 29.19.29, 29.35.19

### **Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Майзеліс Захар Олександрович

**Науковий ступінь:** д. ф.-м. н.

**Вчене звання:** доц.

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** Теоретичне дослідження спектру квантових резонаторних і хвильоводних систем, форма яких відрізняється від відомих класично інтегровуваних; нелінійних та нестационарних термоелектричних явищ в ансамблях квантових точок; функції Лагранжа і фокусуючих властивостей шаруватого надпровідника скінченних розмірів; взаємодії зарядженої частинки з діелектричним нанорозмірним циліндром з провідною поверхнею; трьохчастинкових квантових процесів взаємодії фотонів та плазмон-поляритонів; поширення електромагнітних хвиль крізь систему випадково розташованих гіротропних пластин; кулонівського опору в двошарових системах.

**Назва НТП англійською:** Theoretical study of the spectrum of quantum resonator and waveguide systems, the shape of which differs from the known classically integrated systems; nonlinear and non-stationary thermoelectric phenomena in ensembles quantum dots; Lagrangian functions and focusing properties of a layered superconductor of finite dimensions; interaction of a charged particle with a dielectric a nano-sized cylinder with a conductive surface; three-particle quantum processes of interaction of photons and plasmon-polaritons; the distribution of electromagnets waves through a system of randomly located gyrotropic plates; of Coulomb resistance in two-layer systems.

**НТП, яку передбачалося створити:**

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

**Отримані результати:** Методи, теорії

**Галузь застосування:** Практична значущість результатів пов'язана з низьковимірними електронними системами і квантовими технологіями, адже отримані результати можуть стимулювати розробку структур з наперед заданими властивостями для підсилення певних квантових ефектів завдяки дробовій провідності; встановлена кількісна залежність між коефіцієнтом теплового кулонівського опору, який можна досліджувати експериментально, та мікроскопічними параметрами вігнерувського кристалу, що дає додаткові можливості для розвитку наноелектроніки; розроблений метод обчислення поля випромінювання може бути використаний в задачах розсіяння поверхневих електромагнітних хвиль на різних неоднорідностях меж поміж металом і діелектриком, як електромагнітного, так і геометричного походження; виявлена залежність глибини локалізації хвиль від хаотичної складової діелектричної проникності може бути корисною у побудові керованих фільтрів електромагнітних хвиль, а також при вивченні поширення хвиль у природних середовищах (зокрема, атмосферних, іоносферних, океанічних).

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Теоретично досліджено спектр квантових резонаторних і хвильоводних систем, форма яких відрізняється від відомих класично інтегровуваних; нелінійні та нестационарні термоелектричні явища в ансамблях квантових точок; функції Лагранжа і фокусуючих властивостей шаруватого надпровідника скінченних розмірів; взаємодії зарядженої частинки з діелектричним нанорозмірним циліндром з провідною поверхнею; трьохчастинкових квантових процесів взаємодії фотонів та плазмон-поляритонів; поширення електромагнітних хвиль крізь систему випадково розташованих гіротропних пластин; кулонівський опір в двошарових системах.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення теорій та методик для розвитку наукоємних технологій

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не 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):**  
**Додаткова інформація:**

## **IX. Бібліографічний опис**

Yu.V. Tarasov, O.M. Stadnyk, N. Kvitka. The plasmon-polariton scattering by random-impedance surface defects: The interplay between localization and outflow. *Annals of Physics*, 2023, V. 455, P. 169378.

Yu.O. Averkov, Yu.V. Prokopenko, V.M. Yakovenko, V.A. Yampol'skii. Manifestation of the Aharonov-Bohm effect in the interaction of moving charges with a semiconductor nanotube with dielectric filling. *Physical Review B*, 2023, V. 108, P. 075420.

Yu.O. Averkov, Yu.V. Prokopenko, V.M. Yakovenko, V.A. Yampol'skii. Influence of Aharonov-Bohm effect on hydrodynamic instability of a tubular electron beam moving along semiconductor nanotube with dielectric filling. XIX International Scientific Conference Electronics and Applied Physics. Conference Program and Book of Abstracts: Taras Shevchenko National University of Kyiv 168 Faculty of Radio Physics, Electronics and Computer Systems, October, 17-21, 2023, Kyiv, Ukraine.

Yu.V. Tarasov, O.M. Stadnyk. The effect of Anderson localization on surface plasmon polariton propagation and outward leakage when scattered by a randomly corrugated section of the interface / Препринт <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.05510>. Текст у підготовці, планується подання у журнал *Annals of Physics*.

## **Х. Заключні відомості**

**Керівник юридичної особи**

Логвінов Юрій Федорович

д. ф.-м. н.

### **Перелік осіб-виконавців**

Аверков Юрій Олегович

(д. ф.-м. н., 01.04.03)

Воловичев Ігор Миколайович

(д. ф.-м. н., 01.04.04)

Кадигроб Дмитро Васильович

(к.ф.-м.н., 01.04.02)

Квітка Ніна Михайлівна

(молодший науковий співробітник)

Майзеліс Захар Олександрович

(д. ф.-м. н., 01.04.02)

Рохманова Тетяна Миколаївна

(к.ф.-м.н., 01.04.02)

Тарасов Юрій Володимирович

(д.ф.-м.н., 01.04.02)

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Кадигроб Дмитро Васильович

**Телефон**

+38 (097) 736-09-85

**Реєстратор**

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

