

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U105814

Державний реєстраційний номер: 0120U104229

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-09-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Теоретичне дослідження одновимірного вігнерівського електронного кристалу. Теоретичне дослідження андерсонівської локалізації плазмон-поляритонів при їх розсіянні на неоднорідностях скінченних масштабів.

Початок етапу: 05.2021

Закінчення етапу: 08.2021

Вид звітного документа: Проміжний 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.): 2445.069

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:

При виконанні цієї частини проекту були проведені наступні теоретичні роботи. Визначено фазові переходи у квазіодновимірній системі взаємодіючих безспінових електронів та встановлено, що за певних параметрів системи менш вірогідне упорядкування комірки з періодом 3, має меншу енергію основного стану, ніж упорядкування з періодом 2. Побудовано графіки залежностей енергії системи від асиметрії зовнішнього потенціалу за різних параметрів задачі. Також отримано аналітичні вирази для теплового кулонівського опору в системі двох квантових дротів, що містять одновимірні електронні кристали, а також проаналізовано його залежності від параметрів системи. Зокрема виявлені характерні температури, які визначають форму температурної залежності кулонівського опору. Окрім того, розроблено оригінальний метод теоретичного опису поширення поверхневих електромагнітних хвиль та обчислення поля витоку (випромінювання), що виникає при розсіянні на випадкових неоднорідностях імпедансу. За допомогою розробленого методу обчислено діаграму спрямованості поля витоку та показано, що в моделі бездисипативного металу налітаючий плазмон-поляритон повністю відбивається від збуреної ділянки поверхні у зворотному напрямку, незалежно від наявності на ній умов для андерсонівської локалізації. Також встановлено вплив випадкової складової на властивості р-поляризованих неоднорідних електромагнітних хвиль, які поширюються уздовж шарів у випадково модульованому діелектрику і локалізовані у перпендикулярному напрямку. Показано, що для неоднорідних хвиль з фіксованими значеннями частоти і хвильового числа випадкова неоднорідність спричиняє послаблення локалізації. Для плазмон-поляритонів локалізація Андерсона змінює закон дисперсії, в результаті чого глибина локалізації змінюється різним чином, в залежності від того, який з параметрів, частота чи хвильове число, є фіксованим.

Реферат англійською:

During the implementation of this part of the project the following theoretical works were carried out. Phase transitions in a quasi-one-dimensional system of interacting spinless electrons are determined and it is shown that for certain parameters of the system less probable unit cell arrangement with period 3 has lower ground state energy than arrangement with period 2. Dependences of the system energy on asymmetry of external potential for different parameters are plotted. Analytical expressions for the thermal Coulomb resistance in a system of two quantum wires containing one-dimensional electron crystals are also obtained, and its dependences on the system parameters are analyzed. In particular, the characteristic temperatures that determine the shape of the temperature dependence of the Coulomb resistance are revealed. In addition, an original method for the theoretical description of the propagation of surface electromagnetic waves and the calculation of the leakage field (radiation) that occurs when scattering on random impedance inhomogeneities has been developed. Using the developed method, the radiation field pattern is calculated and it is shown that in the model of dissipative metal the incident plasmon-polariton is completely reflected from the perturbed area of the surface in the opposite direction, regardless of the conditions for Anderson localization. The effect of random component on the properties of p-polarized inhomogeneous electromagnetic waves, which propagate along the layers in a randomly modulated dielectric and are localized in the perpendicular direction, has also been studied. It is shown that for inhomogeneous waves with fixed values of frequency and wave number, random inhomogeneity causes a weakening of localization. For plasmon polaritons, the Anderson localization changes the dispersion law, as a result the localization depth changes in different ways, depending on which parameter, frequency or wave number, is

fixed.

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: Ямпольський Валерій Олександрович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор, член-кор.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Фазові переходи у квазіодновимірній системі взаємодіючих безспінових електронів; коефіцієнт теплового кулонівського опору та його температурна залежність; оригінальний метод теоретичного опису поширення поверхневих електромагнітних хвиль; закон дисперсії р-поляризованих неоднорідних електромагнітних хвиль. Проміжний звіт за 2 етап НДР «Квантові явища при взаємодії електромагнітних хвиль з твердотільними наноструктурами».

Назва НТП англійською: Phase transitions in a quasi-one-dimensional system of interacting spinless electrons; the coefficient of thermal Coulomb resistance and its temperature dependence; an original method of theoretical description of the propagation of surface electromagnetic waves; the dispersion law of p-polarized inhomogeneous electromagnetic waves. Report for the 2nd stage of the project "Quantum phenomena in the interaction of electromagnetic waves with solid-state nanostructures".

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: Визначено фазові переходи у квазіодновимірній системі взаємодіючих безспінових електронів; розраховано коефіцієнт теплового кулонівського опору та досліджено його температурну залежність; розроблено оригінальний метод теоретичного опису поширення поверхневих електромагнітних хвиль; показано, що локалізація Андерсона змінює закон дисперсії р-поляризованих неоднорідних електромагнітних хвиль. За результатами досліджень, опубліковано 1 статтю у науковому журналі першого квартілю та 5 тез доповідей на міжнародній конференції, готуються до публікації 4 наукові статті, які буде найближчим часом представлено у наукові журнали першого, другого та третього квартілей. Узагальнено результати, отримані за НДР.

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: Інститут Макса Планка структури та динаміки речовини, Німеччина, Інститут фізико-хімічних досліджень (PIKEN), Японія, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Україна, Інститут фізики НАН України, Україна

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

N. Kvitka, S. S. Apostolov, N. M. Makarov, T. Rokhmanova, A. A. Shmat'ko, V. A. Yampol'skii. Resonant transparency of a layered superconductor: Hyperbolic material in the terahertz range tuned by dc magnetic field. Physical Review B, V. 103, P. 104512 (13 pp).

O. V. Usatenko, S. S. Melnyk, and V. A. Yampol'skii. Transverse Anderson Localization Versus Evanescent Waves Confinement. II International Advanced Study Conference Condensed Matter and Low Temperature Physics 2021 : Conference Program and Book of Abstracts, Kharkiv, Ukraine, 6 - 12 June 2021. P. 88.

Yu. Tarasov, O. Stadnyk. Scattering of surface plasmon-polaritons by a segment of metal-dielectric boundary with randomly fluctuating impedance. II International Advanced Study Conference Condensed Matter and Low Temperature Physics 2021 : Conference Program and Book of Abstracts, Kharkiv, Ukraine, 6 - 12 June 2021. P. 90.

Yu. Averkov, Yu. Prokopenko, V. Yakovenko. Influence of the Aharonov-Bohm Effect on the Eigenmodes Spectra of a Semiconductor Nanotube With a Dielectric Filling. II International Advanced Study Conference Condensed Matter and Low Temperature Physics 2021 : Conference Program and Book of Abstracts, Kharkiv, Ukraine, 6 - 12 June 2021. P. 127.

M. V. Mazanov, S. S. Apostolov. Thermal Coulomb drag between quantum wires hosting 1D Wigner crystals. II International Advanced Study Conference Condensed Matter and Low Temperature Physics 2021 : Conference Program and Book of Abstracts, Kharkiv, Ukraine, 6 - 12 June 2021. P. 208.

H.V. Ovcharenko, Z.A. Maizelis, S.S. Apostolov. Propagation and intensity-dependent focusing of THz laser radiation in layered superconductors. II International Advanced Study Conference Condensed Matter and Low Temperature Physics 2021 : Conference Program and Book of Abstracts, Kharkiv, Ukraine, 6 - 12 June 2021. P. 209.

T. Rokhmanova, A. M. Somoza, M. Ortuno. Numerical Simulation of quasi 1D Quantum Wires / текст у підготовці, планується подання у журнал Journal of Physics: Condensed Matter

M. V. Mazanov, S. S. Apostolov. Thermal Coulomb drag between two 1D Wigner crystals / текст у підготовці, планується подання у журнал Physical Review B.

Yu. Tarasov, D. V. Kadygrob, O. Stadnyk. The theory of surface plasmon-polariton scattering by border sections with fluctuating impedance: the interplay between localization and radiation / текст у підготовці, планується подання у журнал Annals of Physics.

O. V. Usatenko, S. S. Melnyk, and V. A. Yampol'skii. Transverse Anderson localization of evanescent waves propagating in randomly layered media / прийнято до публікації у журнал Фізика низьких температур: т. 47, №11, 2021.

M. Mazanov, D. Sugic, M. A. Alonso, F. Nori, K. Y. Bliokh. Transverse shifts and time delays of spatiotemporal vortex pulses reflected and refracted at a planar interface. / прийнято до публікації у журнал Nanophotonics: <https://doi.org/10.1515/nanoph-2021-0294>.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Мележик Петро Миколайович
д. ф.-м. н., 01.04.03

Перелік осіб-виконавців

Апостолов Станіслав Сергійович
(д.ф.-м.н., 01.04.02)

Кадигроб Дмитро Васильович
(к. ф.-м. н., 01.04.02)

Квітка Ніна Михайлівна

Рохманова Тетяна Миколаївна
(к.ф.-м.н., 01.04.02)

Тарасов Юрій Володимирович
(к.ф.-м.н., .04.02)

Яковенко Володимир Мефодійович
(д. ф.-м. н.)

Відповідальний за підготовку облікових документів

Рохманова Т. М.

Телефон

+38 (098) 210-07-95

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

