

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003057

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 21-07-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попович Іван Дмитрович

2. Ivan D. Popovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0000-2539-0373

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 35357 Фізика та астрономія (104 Фізика та астрономія)

Дата захисту: 19-08-2025

Спеціальність за освітою: Інженерія програмного забезпечення

Місце роботи здобувача: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9903

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.35

Тема дисертації:

1. Падіння електромагнітних хвиль на шаруваті твердотільні структури, що містять метаповерхню
2. Incidence of electromagnetic waves on layered solid-state structures incorporating a metasurface

Реферат:

1. Мета роботи – теоретичне дослідження фізичних ефектів і закономірностей, які виникають при падінні р-поляризованих електромагнітних хвиль на твердотільні структури, що містять у собі плазмонні метаповерхні. Об'єкт досліджень – фізичні ефекти, які виникають при падінні р-поляризованих електромагнітних хвиль на твердотільні структури, що містять у собі плазмонну метаповерхню. Теоретичні та практичні результати. Було проаналізовано такі твердотільні конфігурації: плазмонна метаповерхня, нанесена на діелектричний шар, плазмонна метаповерхня на діелектричному шарі, що розташований на металевій підкладці, а також додавання до такої шаруватої структури діелектричного покриття. Досліджено ефекти, які виникають при падінні р-поляризованих електромагнітних хвиль на розглянуті твердотільні структури, а також знайдені умови їх виникнення. Новизна наукових результатів. Дослідження показало, що додавання плазмонної метаповерхні знімає жорсткі вимоги до проникності діелектричного шару, необхідні

для досягнення безвідбивного падіння р-поляризованих електромагнітних хвиль. Крім того, вперше було виявлено, що плазмонна метаповерхня забезпечує повне перетворення поляризації з р- на s- за певних умов. Також було вперше продемонстровано, що падіння без відбиття, а також перетворення поляризації можуть відбуватися в твердотільних структурах, які складаються з плазмонної метаповерхні, шару діелектрика та металеві підкладки. Крім того, додавання діелектричного покриття в такі структури суттєво зміщує частоту, на якій спостерігається безвідбивне падіння, ближче до резонансних частот плазмонної метаповерхні. Методи досліджень. Для пошуку цих нових ефектів було знайдено компоненти полів р- та s-поляризованих електромагнітних хвиль у кожному окремому шарі в структурах, що розглядалися. На кожній границі між шарами використовувалися відповідні граничні умови. Електромагнітну поведінку плазмонної метаповерхні було охарактеризовано за допомогою тензора двовимірної провідності. Такий підхід дозволив описати вплив плазмонних метаповерхонь на властивості р-поляризованих електромагнітних хвиль, що падають. Поеднання аналітичних методів з чисельними розрахунками, реалізованими за допомогою мови програмування Python, дозволило виявити нові електромагнітні ефекти та встановити умови їхнього існування. Ступінь упровадження. Результати роботи можуть бути використані для покращення характеристик існуючих оптичних і радіофізичних приладів, а також створення принципово нових пристроїв наноелектроніки та оптики. Сфера використання. Знайдені нові ефекти мають перспективи для підвищення ефективності радіолокаційних систем. Вони також сприяють розвитку технологій маскуванню наступного покоління з розширеними можливостями ефективного маніпулювання властивостями електромагнітних хвиль.

2. The purpose of the work is theoretical study of physical effects and regularities arising from the incidence of p-polarized electromagnetic waves on solid-state structures containing plasmonic metasurfaces. The object of research is the physical effects that arise when p-polarized electromagnetic waves are incident on solid-state structures containing a plasmonic metasurface. Theoretical and practical results. The following solid-state configurations were analyzed: a plasmonic metasurface deposited on a dielectric layer, a plasmonic metasurface on a dielectric layer located on a metal substrate, and the addition of a dielectric coating to such a layered structure. The effects arising from the incidence of p-polarized electromagnetic waves on the considered solid-state structures are investigated, and the conditions for their occurrence are found. Novelty of scientific results. The study showed that the addition of a plasmonic metasurface removes the strict requirements for dielectric layer permeability necessary to achieve reflectionless incidence of p-polarized electromagnetic waves. In addition, for the first time, it was found that the plasmonic metasurface enables a complete conversion of polarization from p- to s- under certain conditions. It was also demonstrated for the first time that non-reflective incidence and polarization conversion can occur in solid-state structures consisting of a plasmonic metasurface, a dielectric layer, and a metal substrate. In addition, the addition of a dielectric coating to such structures significantly shifts the frequency at which reflectionless incidence is observed closer to the resonant frequencies of the plasmonic metasurface. Research methods. To search for these new effects, the components of the p- and s-polarized electromagnetic wave fields in each individual layer in the structures under consideration were found. Appropriate boundary conditions were used at each interface between the layers. The electromagnetic behavior of the plasmonic metasurface was characterized using the two-dimensional conductivity tensor. This approach made it possible to describe the influence of plasmonic metasurfaces on the properties of p-polarized incident electromagnetic waves. The combination of analytical methods with numerical calculations implemented using the Python programming language made it possible to identify new electromagnetic effects and establish the conditions for their existence. Degree of implementation. The results of the work can be used to improve the performance of existing optical and radiophysical devices, as well as to create fundamentally new nanoelectronics and optics devices. Scope of use. The new effects found have prospects for improving the efficiency of radar systems. They also contribute to the development of next-generation cloaking technologies with enhanced capabilities to effectively manipulate the properties of electromagnetic waves.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0122U000667

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

1. М.М. Білецький, І.Д. Попович. Вплив одновісної плазмонної метаповерхні на просвітлювальні властивості діелектричного шару. *Radio physics and radio astronomy* 2022. Т. 27, № 1, С. 75-80. DOI: 10.15407/rpra22.01.075
2. М.М. Beletskii, I.D. Popovych. Changes in electromagnetic wave polarization resulting from its reflection at a uniaxial plasmonic metasurface on top of a dielectric layer. *Radio physics and radio astronomy* 2022. Vol. 27, no. 2. P. 73-80. DOI: 10.15407/rpra22.02.73
3. М.М. Beletskii, I.D. Popovych. Non-reflective incidence of p-polarized electromagnetic waves on the solid-state structure “uniaxial plasmonic metasurface – dielectric layer – metal”. *Radio physics and radio astronomy* 2023. Vol. 28, no. 2. P. 166-173. DOI: 10.15407/rpra28.02.166
4. М.М. Biletskiy, I.D. Popovych. Reflectionless incidence of the p-polarized electromagnetic wave through solid-state structure “coating-uniaxial plasmonic metasurface-dielectric-metal”. *East European Journal of Physics* 2024. no. 2, P. 90-98. DOI: 10.26565/2312-4334-2024-2-07
5. М. Beletskii, I. Popovych. Metasurface affect on electromagnetic waves polarization. The 18th International Conference on Electronics and Applied Physics APHYS. – Kyiv, Ukraine. – 18-22 Oct, 2022. – P. 58-59.
6. М. Beletskii, I. Popovych. Electromagnetic wave incidence on the metasurface-dielectric-metal structure. XXIII International Young Scientists Conference On Applied Physics. – Kyiv, Ukraine. – 16-20 May, 2023. – P. 57-58.
7. М. Beletskii, I. Popovych. Electromagnetic wave propagation through metasurface-dielectric-metal structure. International Research And Practice Conference “Nanotechnology And Nanomaterials”. – Bukovel, Ukraine. – 16-19 Aug, 2023. – P. 515.
8. М. Beletskii, I. Popovych. The impact of the dielectric coating on the reflective properties of the structure “uniaxial plasmonic metasurface-dielectric-metal”. XXIII International Young Scientists Conference On Applied Physics. – Kyiv, Ukraine. – 21-24 May, 2024. – P. 71-72.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

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

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0122U000667

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Білецький Микола Миколайович

2. Mikola M. Biletskyi

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3194-7251

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Маслов Вячеслав Олександрович

2. Viacheslav O. Maslov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7743-7006

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет ім. В.Н.Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071202

Місцезнаходження: , Харків, Харківський р-н., 61007, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Греков Дмитро Леонідович

2. Dmytro L. Hrekov

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3354-5245

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики плазми Національного наукового центру "Харківський фізико-технічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 14316110

Місцезнаходження: вул. Академічна 1, Харків, Харківський р-н., 61108, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Майзеліс Захар Олександрович

2. Zakhar O. Maizelis

Кваліфікація: д. ф.-м. н., доц., 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6217-7117

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 35484673500; Web of Science ResearcherID: DXT-6787-2022

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тарапов Сергій Іванович

2. Serhii I. Tarapov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., член-кор. НАН України, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8958-5003

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534593

Місцезнаходження: вул. Академіка Проскури, буд. 12, Харків, Харківський р-н., 61085, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. **Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Аверков Юрій Олегович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Аверков Юрій Олегович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Іванченко І.В.

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна