

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003123

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-09-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Острижний Євгеній Михайлович

2. Yevhenii M. Ostryzhnyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

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: 15-10-2024

Спеціальність за освітою: Телекомунікації та радіотехніка

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:

Сектор науки: Академічний

### III. Відомості про дисертацію

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ ID 6921

**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:**

**Сектор науки:** Академічний

### 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:**

**Сектор науки:** Академічний

### V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 29.35.17

**Тема дисертації:**

1. Електродинамічні властивості кіральних об'єктів зі штучною оптичною активністю в мікрохвильовому діапазоні
2. Electrodynamic properties of chiral objects with artificial optical activity in the microwave range

**Реферат:**

1. Мета роботи – встановлення впливу топології дієдральних хвилевідних неоднорідностей на кількість і ширину смуги резонансів штучної оптичної активності. Об'єкт досліджень – явища розсіяння електромагнітних хвиль і штучної оптичної активності у хвилевідних вузлах з дієдральною симетрією. Теоретичні та практичні результати. Більш поглиблене розуміння ефектів, які виникають у шаруватих кіральних метаматеріалах, можна створити надкомпактні обертачі площини поляризації з можливістю керування як робочою смугою частот такого пристрою, так і кутом повороту площини поляризації хвилі, що

пройшла. Макет такого поляризатора було розроблено й експериментально перевірено в X-діапазоні в круглому хвилеводі, загальний поздовжній розмір складає  $\pi/30$  і дозволяє налаштувати кут повороту площини поляризації в діапазоні  $\pm 33^\circ$  при механічному повороті однієї з діафрагм пристрою на кут у діапазоні  $\pm 9^\circ$ . Показано можливість для створення подібних обертачів з електронним керуванням. Новизна наукових результатів. Вперше показано, що, незважаючи на відсутність поздовжньої симетрії, неоднорідності з дієдральною симетрією в круглому хвилеводі мають властивості симетричного двопортовика, тобто мають 90-градусний зсув між фазами коефіцієнтів проходження і відбиття та характеризуються резонансами повного проходження. Також, що найширша смуга штучної оптичної активності досягається в зоні зближення двох власних коливань. У випадку пари спряжених діафрагм з одним кільцем прямокутних щілин це дозволяє отримати смугу у 5-7%. Окрім цього показано, що резонансі частоти та добротність резонансів пари спряжених діафрагм з одним кільцем прямокутних щілин істотно залежать від кількості щілин. Було вперше показано можливість отримання багаторезонансного ефекту штучної оптичної активності при розташуванні щілин у декількох кільцях спряжених діафрагм. Знайдено конструкції серії надкомпактних обертачів площини поляризації в круглому хвилеводі, які можуть бути налаштовані на необхідний кут повороту. Найкраща конструкція має загальний поздовжній розмір  $\pi/30$  і дозволяє налаштувати кут повороту площини поляризації в діапазоні порядку  $60^\circ$ . Запропоновано оригінальну конструкцію обертача площини поляризації, утвореного парою гофрованих фланців. Такий пристрій дозволяє перетворювати набіжну хвилю в кросполяризовану в смугі близько 5%. Методи досліджень. Власний пакет чисельно-аналітичного моделювання Microwave Desktop (MWD), який ґрунтується на методі часткових областей і методі узагальнених матриць розсіяння. Результати розрахунків якого неодноразово підтверджені експериментально та були порівняні з комерційними пакетами CST Microwave studio та HFSS. Ступінь упровадження. Результати роботи можуть бути використані при створенні хвилевідних поляризаторів та екранів в потрібному діапазоні частот. Сфера використання. Розроблені в дисертаційній роботі мікрохвильові пристрої можна використовувати як фільтри з одночасним поворотом площини поляризації на виході, при чому останній можна налаштувати в широкому діапазоні, від одиниць до сотень градусів, включаючи повну крос- поляризацію хвилі.

2. The purpose of the work is to determine the influence of the topology of dihedral waveguide inhomogeneities on the number and bandwidth of resonances of artificial optical activity. The object of research is the phenomena of electromagnetic wave scattering and artificial optical activity in waveguide nodes with dihedral symmetry. Theoretical and practical results. A more in-depth understanding of the effects that occur in layered chiral metamaterials can lead to the creation of ultra-compact polarization plane rotators with the ability to control both the operating frequency band of the device and polarization plane rotation of the transmitted wave. A model of such a polarizer was designed and experimentally verified in the X-band in a circular waveguide. The overall longitudinal size is  $\pi/30$ , allowing the adjustment of the polarization plane rotation angle within  $\pm 33^\circ$  by mechanically rotating one of the device's irises by an angle in the range of  $\pm 9^\circ$ . The feasibility of creating similar rotators with electronic control has been demonstrated. Novelty of scientific results. For the first time, it has been shown that, despite the absence of longitudinal symmetry, dihedral-symmetry inhomogeneities in a circular waveguide exhibit the properties of a symmetric two-port network. Specifically, they have a 90-degree phase shift between the transmission and reflection coefficients and are characterized by full transmission resonances. It was also shown that the widest band of artificial optical activity is achieved in the region where two eigenmodes converge. In the case of a pair of coupled irises with a single ring of rectangular slots, this allows for a bandwidth of 5-7%. Moreover, it was demonstrated that the resonance frequencies and the quality factor of resonances in a pair of coupled irises with a single ring of rectangular slots significantly depend on the number of slots. The possibility of obtaining a multi-resonance effect of artificial optical activity by arranging the slots in several rings of coupled irises was shown for the first time. A series of ultra-compact polarization plane rotators for circular waveguides, which can be adjusted to the required rotation angle, were developed. The best design has an overall longitudinal size of  $\pi/30$  and allows for the adjustment of the polarization plane rotation angle by approximately  $60^\circ$ . A novel design of a polarization plane rotator formed by a pair of corrugated flanges was proposed. This

device allows for the conversion of an incident wave into a cross-polarized wave within a bandwidth of about 5%. Research methods. A proprietary numerical-analytical modeling package, Microwave Desktop (MWD), based on the method of partial regions and generalized scattering matrix method, was used. The results of these calculations have been repeatedly confirmed experimentally and compared with commercial packages CST Microwave Studio and HFSS. Degree of implementation. The results of this work can be applied in the creation of waveguide polarizers and screens in the required frequency range. Scope of use. The microwave devices developed in this dissertation can be used as filters with simultaneous polarization plane rotation at the output, which can be adjusted over a wide range, from a few degrees to hundreds of degrees, including full cross-polarization of the wave.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0111U010480, 0117U004034, 0120U100980, 0122U002101

**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. A.A. Kirilenko, S.O. Steshenko, V.N. Derkach, Ye.M. Ostryzhnyi, "A tunable compact polarizer in a circular waveguideicrow. Theory Techn. vol. 67, no. 2, pp. 592–596, Feb. 2019. DOI:10.1109/TMTT.2018.2881089
2. A.A. Kirilenko, S.O. Steshenko, V.N. Derkach, Ye.M. Ostryzhnyi, "Comparative analysis of tunable compact rotators", Journal of Electromagnetic Waves and Applications, vol. 33, no. 3, pp. 304–319, Nov. 2018. DOI:10.1080/09205071.2018.1550443
3. A.A. Kirilenko, S. O. Steshenko, V.N. Derkach, Y.M. Ostrizhyi, L.P. Mospan, "Tunable polarization rotator on a pair of grooved flanges", Journal of Electromagnetic Waves and Applications. 2020, 34(17), pp. 2304–2316 doi:10.1080/09205071.2020.1812442
4. A. Kirilenko, S. Steshenko, Y. Ostrizhyi, V.Derkach, "Eigen-oscillations of planar-chiral bilayer objects give rise to artificial optical activity", Radio phys. radio astron., Vol. 29, no 1 (2024). DOI: <https://doi.org/10.15407/rpra29.01.015>
5. A. Kirilenko, S. Steshenko, Ye. Ostrizhyi, "Multiring Slot Arrangements for Multiband Optical Activity of Bilayer Objects", 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week, November 14th – 18th, 2022.
6. Ye. Ostryzhnyi, S. Steshenko, A. Kirilenko, "Topology of a planar-chiral iris as a factor in controlling the "optical activity" of a bilayer object", 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW'2020), Kharkiv, Ukraine, September 21 – 25, 2020: Proceedings. In 4 volumes. – Volume 3: 2020 IEEE 10th International Kharkiv Symposium on Physics and Engineering of Microwaves, Millimeter and Submillimeter Waves (MSMW'2020). – 2020. – ISBN: 978-1-7281-7312-2. – [Electronic resource]. – P. 555 – 558.
7. V. Derkach, A. Kirilenko, A. Salogub, S. Prikolotin, N. Kolmakova, Y. Ostrizhyi, "Gigant Optical Activity in Artificial Plane-Chiral Structures", 2013 International Kharkov Symposium on Physics and Engineering of Microwaves, Millimeter and Submillimeter Waves (Msmw), pp. 436-438, 2013.
8. V.N. Derkach, A.A.Kirilenko, A.N.Salogub, S.A .Prikolotin, N.G. Kolmakova, Y.M. Ostrizhyi, "Polarization Conversion by Bilayer Chiral Structure with Giant Optical Activity", CriMiCo 2013 – 2013 23rd International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology, Ukraine, Sevastopol, Ukraine, 9–13 September, 2013, pp. 994-995.

- 9. A. Kirilenko, S. Steshenko, Y. Ostrizhyi, V. Derkach, "Rotation of the polarization plane by grooved flanges in a circular waveguide", 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW'2020), Kharkiv, Ukraine, September 21 – 25, 2020: Proceedings. In 4 volumes. – Volume 3: 2020 IEEE 10th International Kharkiv Symposium on Physics and Engineering of Microwaves, Millimeter and Submillimeter Waves (MSMW'2020). – 2020. – ISBN: 978-1-7281-7312-2. – [Electronic resource]. – P. 680 – 683.
- 10. O.M. Salogub, S.A. Prikolotin, N.G. Kolmakova, Y.M. Ostrizhyi, "Plane-chiral Metamaterial in a Waveguide and Free Space", 12th Kharkiv Young Scientists Conference on Radiophysics, Electronics, Photonics and Biophysics (YSC-2012), 4 – 7 December 2012, Institute for Radiophysics and Electronics of NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine.
- 11. O.M. Salogub, A.O. Perov, Y.M. Ostrizhyi, "Composite Plane-Chiral Iris as Part of Metamaterial Structure", 13th Kharkiv Young Scientists Conference on Radiophysics, Electronics, Photonics and Biophysics (YSC-2013), 2 – 6 December 2013, Institute for Radiophysics and Electronics of NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine.
- 8. O. Salogub, Y. Ostryzhniy, "Giant Optical Activity of Plane-Chiral Structure with Trapezoidal Slit," 14th Kharkiv Young Scientists Conference on Radiophysics, Electronics, Photonics and Biophysics (YSC-2014), 14 – 17 October 2014, Kharkiv, Ukraine, report SSR&NM-11.
- 12. O. Salogub, Y. Ostryzhniy, "Giant Optical Activity of Plane-Chiral Structure with Trapezoidal Slit," 14th Kharkiv Young Scientists Conference on Radiophysics, Electronics, Photonics and Biophysics (YSC-2014), 14 – 17 October 2014, Kharkiv, Ukraine, report SSR&NM-11.

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

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Планується до впровадження

**Зв'язок з науковими темами:** 0111U010480, 0117U004034, 0120U100980, 0122U002101

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Когут Олександр Євгенович

2. Oleksandr Y. Kohut

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., с.н.с., 01.04.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6074-8879

**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:**

**Сектор науки:** Академічний

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Стешенко Сергій Олександрович
2. Sergii O. Steshenko

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., с.н.с., 01.04.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-4777-3927

**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:**

**Сектор науки:** Академічний

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

### **Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Туз Володимир Ростиславович
2. Volodymyr R. Tuz

**Кваліфікація:** д.ф.-м.н., доц., 01.04.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6096-7465

**Додаткова інформація:**

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02071205

**Місцезнаходження:** майдан Свободи, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Університетський

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Грибовський Олександр Володимирович

2. Olexandr V. Hrybovskiy

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., с.н.с., 01.04.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7289-4950

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 02772020

**Місцезнаходження:** вул. Мистецтв, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Сектор науки:** Академічний

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Натаров Михайло Петрович

2. Mykhailo P. Natarov

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., 01.04.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-6708-1859

**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:**

**Сектор науки:** Академічний

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Хуторян Едуард Михайлович

2. Eduard M. Khutorian

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., с.д., 01.04.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0727-7753

**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:**

**Сектор науки:** Академічний

## **VIII. Заключні відомості**

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

Прокопенко Юрій Володимирович

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

Прокопенко Юрій Володимирович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Іванченко І.В.

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна