Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U002268

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-06-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ ХНУ імені В. Н. Каразіна № 0302-3к/1059 від 19.06.2025 р.

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Свистунов Олег Олександрович
2. Oleh Svystunov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4967-5944

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Дата захисту: 03-06-2025

Спеціальність за освітою: Прикладна фізика та наноматеріали

Місце роботи здобувача: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

Місцезнаходження: вул. Академічна, буд. 1, Харків, Харківський р-н., 61108, 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 8462

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

Код за ЄДРПОУ: 02071205

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

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

Код за ЄДРПОУ: 02071205

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29, 29.35, 29.35.15, 29.35.19, 29.35.33

Тема дисертації:

1. Динаміка лазерних пучків терагерцового діапазону з фазовими сингулярностями

2. Dynamics of laser beams of the terahertz range with phase singularities

Реферат/анотація:

1. Свистунов О. О. Динаміка лазерних пучків терагерцового діапазону з фазовими сингулярностями. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали (10 – Природничі науки). – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, Харків, 2025. Дисертаційна робота присвячена встановленню фізичних закономірностей просторової динаміки лазерних пучків безперервного ТГц-випромінювання у вільному просторі. Застосовано методи радіофізики та обчислювальної електродинаміки. Огляд літератури свідчить про зростаючий інтерес до вихрових ТГц-пучків, які поєднують орбітальний момент імпульсу та унікальні властивості, корисні для фундаментальних і прикладних задач. Існують два методи генерації вихрових пучків: перетворення хвильового фронту та безпосереднє збудження з використанням лазерів або середовищ. Вивчення поширення таких пучків у вільному просторі є важливим для розуміння стабільності структури хвильового фронту та їх взаємодії із середовищем. Фокусування вихрових пучків відкриває перспективи створення надщільних фокусів,

світлових тунелів, фокусів з плоскою вершиною тощо — з можливістю застосування в біомедицині, спектроскопії, матеріалознавстві. У другому розділі на основі інтегралів Релея-Зоммерфельда отримано аналітичні вирази для опису непараксіальної дифракції мод діелектричного та металевого резонаторів терагерцового лазера зі спіральною фазовою пластиною (заряди n = 0, 1, 2). Виявлено, як змінюється інтенсивність та фазова структура пучків, збуджених різними модами. В третьому розділі дисертаційної роботи вперше отримано аналітичні вирази для опису компонент полів випромінювання у фокальній області лінзи для лазерного пучка, утвореного модами хвилевідного діелектричного та металевого резонаторів терагерцового лазера, у процесі їх взаємодії в вільному просторі зі спіральною фазовою пластиною. Показано, що введення фазової пластини призводить до зміни структури фокальної плями, збільшення її розміру та трансформації хвильового фронту зі сферичного у спіральний. Особливо це проявляється при зміні топологічного заряду. Четвертий розділ зосереджений на дослідженні структури пучків вищого порядку, сформованих комбінованими TE0n+EH2n та EH-1n+EH3n модами (n = 1, 2, 3) діелектричного резонатора терагерцового лазера. Показано зміщення максимумів інтенсивності при зростанні порядку та залежність форми фокусу від моди. Вихрові пучки з їх стабільністю при поширенні у вільному просторі є перспективними для створення систем бездротового зв'язку у терагерцовому діапазоні, забезпечуючи високу пропускну здатність і стійкість до перешкод. Дослідження фокусування терагерцових пучків, збуджених модами вищого порядку, сприяє появі передових технологій у таких галузях як медицина, комунікації, матеріалознавство, квантова фізика і криптографія, в тому числі у сфері нових методів кодування даних у квантових комунікаціях. Ключові слова: діелектричний хвилевідний резонатор, металевий хвилевідний резонатор, терагерцовий лазер, вихрові пучки, спіральна фазова пластина, комбіновані моди, неоднорідна поляризація, поширення випромінювання, гостре та помірне фокусування.

2. Svystunov O. O. Dynamics of laser beams of the terahertz range with phase singularities. Qualifying scientific work as a manuscript. Thesis submitted for obtaining the Doctor of Philosophy degree in specialty 105 – Applied Physics and Nanomaterials (10 – Natural Sciences). V. N. Karazin Kharkiv National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2025. The dissertation is dedicated to establishing the physical laws governing the spatial dynamics of continuous-wave terahertz (THz) laser beams propagating in free space. Methods of modern radiophysics and computational electrodynamics were applied. A literature review demonstrates the growing interest in THz vortex beams, which combine orbital angular momentum and unique properties beneficial for both fundamental and applied research. There are two primary methods for generating vortex beams: wavefront modulation and direct excitation using specific lasers or media. Studying the propagation of such beams in free space is essential for understanding the stability of their wavefront structure and their interaction with the environment. The focusing of vortex beams opens up opportunities for creating ultra-dense focal spots, optical needles, flat-top foci, and light tunnels — with applications in biomedicine, spectroscopy, and materials science. In the second chapter, analytical expressions based on Rayleigh–Sommerfeld diffraction integrals were derived to describe nonparaxial diffraction of modes in dielectric and metallic THz laser resonators interacting with a spiral phase plate (topological charges n = 0, 1, 2). The changes in intensity and phase structure of the beams excited by different modes were analyzed. The third chapter presents, for the first time, analytical expressions for the field components in the focal region of a lens for a laser beam formed by the modes of waveguide dielectric and metallic THz laser resonators interacting in free space with a spiral phase plate. It is shown that introducing the phase plate leads to modifications in the focal spot structure, an increase in its size, and the transformation of the wavefront from spherical to spiral — especially as the topological charge changes. The fourth chapter focuses on the structure of higher-order beams formed by combined TE0n+EH2n and EH-1n+EH3n modes (n = 1, 2, 3) of a dielectric THz laser resonator. It is shown that the intensity maxima shift further from the geometric focus as the mode order increases, and the beam focus shape depends on the mode structure. Thanks to their propagation stability in free space, vortex beams are promising for developing wireless communication systems in the THz range, offering high bandwidth and resistance to interference. The study of focusing higher-order THz beams contributes to the advancement of technologies in fields such as medicine, communications, materials science, quantum physics, and cryptography — including new methods of data

encoding in quantum communications. Keywords: dielectric waveguide resonator, metallic waveguide resonator, terahertz laser, vortex beams, spiral phase plate, combined modes, inhomogeneous polarization, radiation propagation, moderate and tight focusing.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Degtyarev A. V., Dubinin M. M., Maslov V. A., Muntean K. I., Svistunov O. O. Free-space propagation of terahertz laser vortex beams. Radio Phys. Radio Astron. 2024. Vol. 29, №2. P. 127-136.
- Degtyarev A. V., Dubinin M. M., Maslov V. A., Muntean K. I., Svistunov O. O. Propagation of vector vortex beams excited by a terahertz laser dielectric resonator. Telecommunications and Radio Engineering. 2024. Vol. 83. №8. P. 57-67.
- Degtyarev A. V., Dubinin M. M., Gurin O. V., Maslov V. O., Muntean K. I., Ryabykh V. N., Svystunov O. O. Properties of focused combined modes of terahertz laser. Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. 2024. Vol. 27. №2. P. 216-223.
- Degtyarev A. V., Dubinin M. M., Maslov V. A., Muntean K. I., Svystunov O. O. Evolution of vector vortex beams formed by a terahertz laser metal resonator. East Eur. J. Phys. 2024. Vol. 2. №3. P. 121-129.
- Degtyarev A. V., Dubinin M. M., Maslov V. O., Muntean K. I., Svystunov O. O. Tight focusing of terahertz vortex beams formed by laser dielectric resonator. Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. 2024. Vol. 27. №3. P. 328-336.
- Гурін О. В., Дегтярьов А. В., Дубінін М. М., Маслов В.О., Мунтян К. І., Рябих В. М., Свистунов О. О., & Сенюта В. С. Гостре та помірне фокусування комбінованих мод терагерцового лазера. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка». 2023. Т. 38. С. 7-15.
- Дегтярьов А. В., Дубінін М. М., Маслов В. О., Мунтян К. І., Свистунов О. О. Поширення вихрових лазерних пучків металевого резонатора. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка». 2024. Т. 40, С. 57-67.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0124U000466

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Маслов Вячеслав Олександрович

2. Vyacheslav 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 імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Грибовський Олександр Володимирович
2. Alexandr Gribovsky

Кваліфікація: д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 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:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Когут Олександр Євгенович
2. Aleksandr Kogut

Кваліфікація: д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 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:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бердник Сергій Леонідович
2. Serhii Berdnyk

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0037-6935

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02071205

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хардіков Вячеслав Володимирович
2. Vyacheslav Khardikov

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0339-7616

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02071205

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Шульга Сергій Миколайович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Шульга Сергій Миколайович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Шевченко Андрій Олександрович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна