

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0823U100562

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 11-09-2023

**Статус:** Підтверджена МОН

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:** Наказ ІРЕ ім. О.Я. Усикова НАН України від 26.09.2023 р. № 16



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Єгоров Сергій Анатолійович

2. Serhii A. Yehorov

**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:** 07-09-2023

**Спеціальність за освітою:** автоматизовані системи обробки інформації та управління

**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 64.157.004

**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

**Тема дисертації:**

1. Компенсація спотворень при вимірюванні параметрів атомно-емісійних спектрів, зареєстрованих багатоелементними оптичними сенсорами
2. Distortions compensation and parameters measuring of atomic emission spectra recorded by multi-element optical sensors

**Реферат:**

1. Мета роботи - дослідити механізми виникнення спотворень при реєстрації зображень багатоелементними сенсорами, розробити методики компенсації похибок при реєстрації зображень атомно-емісійних спектрів і запропонувати методики визначення параметрів резонансних спектральних ліній у реальних умовах зашумлення сигналу та перетинання спектральних ліній. Об'єкт досліджень – процес атомно-емісійного аналізу елементного складу речовини та способи його удосконалення Теоретичні та практичні результати.

Розроблено та створено експериментальну установку для випробування в різних температурних умовах ПЗЗ сенсорів фірми Toshiba TCD1304AP/DG, які найбільш масово поширені в атомно-емісійних спектрометрах. Спектрограф ІСП-51 доповнений системою зсуву зображення спектра на дробну частину пікселя. Створено систему реєстрації, яка реєструє одну й ту саму ділянку спектра, але зсув зарядів у сенсорах здійснюється в протилежному напрямку. Створене програмне забезпечення (ПЗ) для реєстрації спектра, керування обладнанням, зберігання результатів, обробки та видачі даних. Новизна наукових результатів. Розвинуто ідею використання особливостей сигналу ПЗЗ сенсорів для вимірювання температури без застосування окремих температурних датчиків і перевірено таку можливість на прикладі ПЗЗ сенсорів TCD1304AP/DG. Запропоновано авторську методику комплексної компенсації нелінійності ПЗЗ сенсорів з використанням бездатчикового вимірювання температури. Вперше показано практичну можливість розширення динамічного діапазону оптичних багатоелементних сенсорів у декілька разів за рахунок використання ефекту блумінга, який раніше вважався негативним явищем, при реєстрації атомно-емісійних спектрів. Запропоновано оригінальний підхід щодо розв'язання проблеми неповноти даних при підвищенні роздільної здатності багатоелементних сенсорів за рахунок зсуву зображення на дробну частину пікселя, використовуючи особливості атомно-емісійних спектрів. Вперше запропоновано авторську методику вимірювання амплітуди атомно-емісійних ліній з урахуванням апріорних даних щодо апаратної функції спектрографа та апріорно відомих можливих частот випромінювання, яка використовує метод максимальної правдоподібності. Методи досліджень базуються на загальній теорії математичної обробки результатів, а електронні та оптичні прилади розроблені з застосуванням теоретичних методів розрахунку та комп'ютерного й експериментального моделювання. Також використовувались статистичні методи оцінки параметрів шуму. Для оцінки лінійності фоточутливих сенсорів використовувався емпіричний принцип взаємозамінності експозиції та інтенсивності опромінення Бунзена-Роско. Ступінь упровадження. Результати роботи впроваджені на багатьох підприємствах України. Сфера використання. Розроблену в дисертаційній методику обробки можна використовувати при аналізі інтенсивності спектральних ліній.

2. The purpose of the work is to investigate the mechanisms of distortions in image registration by multi-element sensors, develop methods for compensating errors in the registration of atomic emission spectra images, and propose methods for determining the parameters of spectral lines under conditions of signal noise and spectral line overlap. The object of research is the process of atomic emission analysis of elemental composition of substances and methods for its enhancement. Theoretical and practical results. An experimental setup has been developed and created for testing CCD (Charge-coupled device) sensors from Toshiba model TCD1304AP/DG under various temperature conditions, which are the most widely used in atomic emission spectrometers. The ISP-51 spectrograph has been equipped with an image shift system to finely shift the spectrum image by a fractional part of a pixel. A registration system has been established to capture the same spectral region, but charge shifting in the sensors occurs in the opposite direction. Additionally, software (SW) has been developed for spectrum registration, equipment control, results storage, data processing, and data output. Novelty of scientific results. The idea of using the features of the CCD sensor signal to measure temperature without the use of separate temperature sensors was developed, and this possibility was tested using the example of CCD sensors TCD1304AP/DG. Author's methodology for comprehensive compensation of CCD sensor non-linearities using temperature measurement without a sensor was proposed. The practical feasibility of expanding the dynamic range several times by utilizing the blooming effect, which was previously considered a negative phenomenon, was shown for the first time. An original approach to addressing the data incompleteness problem in increasing the resolution of multi-element sensors by shifting the image to a fractional part of a pixel using the characteristics of atomic emission spectra were proposed. A novel method for measuring the amplitude of spectral atomic emission lines using prior knowledge of the spectrometer's hardware function and emission frequencies, employing the maximum likelihood method, was proposed. Research methods are based on the general theory of mathematical result processing, while electronic and optical devices are designed using theoretical calculation methods and computer-aided and experimental modeling. Statistical methods for noise parameter estimation were also employed. Empirical Bunsen-Roscoe reciprocity principle was used to assess the linearity of photosensitive

sensors, involving the interchangeability of exposure and irradiation intensity. Degree of implementation. The results of the work have been implemented in numerous Ukrainian enterprises. Scope of use. The developed processing methodology can be utilized in spectral line intensity analysis.

**Державний реєстраційний номер ДіР:** 0100U006571, 0103U002265, 0107U001083, 111U010474, 0117U004035, 0118U003035

**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. Егоров А. Д., Моторненко А. П., Егоров В. А., Егоров С. А., Здор Е. В., Корж В. Г., Скуратовский И. Г. Автоматизированный спектрометр для эмиссионного спектрального анализа // Радиофизика и электроника. 1999. Т. 4, № 3. С. 148–153.
- 2. Егоров А. Д., Егоров В. А., Егоров С. А., Здор Е. В. Фотометрирование эмиссионных оптических спектров фотодиодными линейками // Радиофизика и электроника. 2002. Т. 7, № 2. С. 422–425.
- 3. Yegorov A. D., Yegorov V. A., Yegorov S. A. Subpixel Detection of Spectrum Images by Photodiode Structures // Radio physics and radio astronomy. 2009. Т. 14. №. 1. С. 77.
- 4. Егоров А. Д., Егоров В. А., Егоров С. А., Синельников І. Є. Дослідження можливості компенсації ефекта блумінга ПЗЗ-детекторів оптичного спектру // Технологія та конструювання в електронній апаратурі. 2019. № 5–6. С. 8–15.
- 5. Егоров А. Д., Егоров В. А., Егоров С. А., Синельников І. Є. Дуговий генератор плазми атомно-емісійного аналізатора з цифровим керуванням параметрами розряду // Радиофизика та електроніка. 2020. Т. 25, № 3. С. 78–88.
- 6. Yegorov, A.D., Yegorov, V.A., Yegorov, S.A. Dynamic Range of CCD Photosensors for Atomic-Emission Analyzers // Journal of Applied Spectroscopy, 2019, 86(3), pp. 443–448.
- 7. Егоров В.А., Егоров С.А. Метод снижения шумов при регистрации изображений многоэлементными CCD сенсорами. // 22й Міжнародний Молодіжний Форум "Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті" ХНУРЕ, 17–19 квітня 2018р, Харьков.
- 7. Егоров В.А., Егоров С.А. Метод снижения шумов при регистрации изображений многоэлементными CCD сенсорами. // 22й Міжнародний Молодіжний Форум "Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті" ХНУРЕ, 17–19 квітня 2018р, Харьков.
- 8. Егоров С.А., Егоров В.А., Кривенко О.В., Луценко В.І., Соболяк О.В. Оптимальне виявлення сигналів на фоні стаціонарних негаусових завад у системах атомно-емісійного спектрального аналізу. // "Обробка сигналів і негаусівських процесів" – 2021 (ОНСП-2021), 5–26 травня 2021 р., Черкаси .
- 9. Егоров С.А., Егоров В.А., Егоров А.Д., Луценко В.І. Отримання субпіксельної роздільної здатності при реєстрації спектрів атомно емісійного аналізу // "Обробка сигналів і негаусівських процесів" – 2021 (ОНСП-2021), 5–26 травня 2021 р., Черкаси.
- 10. Егоров А. Д., Егоров В. А., Егоров С. А., Корж В. Г., Моторненко А. П., Скуратовский И. Г. Автоматизированный спектрометр на основе спектрографа ИСП-28 // Авиационно-космическая техника и технология. 2000. Вып. 18. С. 235–241.

- 11. Егоров В. А., Егоров С. А. Автоматизированный атомно- эмиссионный спектрометр // Наука та інновації. 2008. Т. 4, № 2. С. 33–39.
- 12. Егоров А. Д., Егоров В. А., Егоров С. А., Еленская Л. И., Синельников И. Е. Исследование температурных эффектов при регистрации спектров фотоэлектрическими детекторами // Вісник НТУУ «КПІ». Приладобудування: збірник наукових праць. 2014. Вип. 48(2). С. 74–80.
- 13. Егоров А., Д., Егоров В., А. and Егоров С. А. Синельников І., Є, Удосконалені методики обробки даних в оптичних спектрометрах // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. - 2019. - Серія: технічні науки. - С. 46-50.

**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:** 0100U006571, 0103U002265, 0107U001083, 111U010474, 0117U004035, 0118U003035

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Луценко Владислав Іванович
2. Vladyslav I. Lutsenko

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57198055136;https://scholar.google.com/citations?user=wOYiiGsAAAAJ&hl=ru

**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**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Павліков Володимир Володимирович
2. Volodymyr V. Pavlikov

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

**Код за ЄДРПОУ:** 02066769

**Місцезнаходження:** вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Університетський

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Черногор Леонід Феоктистович

2. Leonid F. Chernogor

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

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

**Код за ЄДРПОУ:** 01071205

**Місцезнаходження:** , Харків, Харківський р-н., 61077, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Сектор науки:** Університетський

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Тарапов Сергій Іванович

2. Sergiy I. Tararov

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**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. Миценко Ігор Михайлович
2. Igor M. Mytsenko

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**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:** Ситнік Олег Вікторович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні:** Ситнік Олег Вікторович

**Відповідальний за підготовку облікових документів:** Іванченко І. В. , , (057) 720-33-19, (057) 720-33-19 / (057)315-21-05, (057) 720-33-46, (057) 720-33-46 / (057) 315-21-05, (057) 7203346, (057) 7203346 / (057) 3152105, (057)720-33-19, (057)720-33-19 / (057)315-21-05, (057)720-33-19 / (380-57)315-21-05, (057)720-33-46, (057)720-33-46 / (057) 315-21-05, (057)720-33-46 / (057)315-21-05, (057)720-33-46 / (057)315-21-05, (057)720-33-46 / (380-57)315-21-05, (057)720-33-69 / (057)315-21-05, (057)7208346, (057)7448346, (057)448346, 0-57-720-33-19 / 0-57-315-21-05, 057-7448346, 05772033, 0577634360, 0577634361, 448319, 448346, 7203346

**Реєстратор:** УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна