# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0821U100325

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 26-02-2021

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Колобродов Микита Сергійович

2. Kolobrodov Mykyta S.

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 152

**Назва наукової спеціальності:** Автоматизація та приладобудування. Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

**Галузь / галузі знань:**

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 23-02-2021

**Спеціальність за освітою:** Фотоніка та оптоінформатика

**Місце роботи здобувача:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 26.002.029

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

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

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 90.27.37

**Тема дисертації:**

1. Підвищення ефективності когерентних оптичних спектроаналізаторів

2. Increasing the efficiency of coherent optical spectrum analyzers

**Реферат/анотація:**

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню наукової задачі підвищення ефективності когерентних оптичних спектроаналізаторів, які входять до складу оптичних систем обробки інформації, шляхом узгодження параметрів їх компонентів. Підвищення ефективності досягається за рахунок використання в когерентних оптичних спектроаналізаторах вхідного транспаранта у вигляді просторово-часового дискретного модулятора світла і матричного приймача випромінювання. Узгодження параметрів модулятора, фур'є-об'єктива і матричного приймача випромінювання дозволили покращити технічні характеристики когерентних оптичних спектроаналізаторів. Критерієм ефективності є запропоновані параметри (технічні характеристики) когерентних оптичних спектроаналізаторів: робочий діапазон просторових частот; просторова смуга пропускання; просторове спектральне розділення. У дисертації на основі скалярної теорії дифракції Френеля проведено аналіз поширення когерентного світла через

узагальнену оптичну систему когерентного оптичного спектроаналізатора, яка складається із лазера, вхідного транспаранта, фур'є-об'єктива і матричного приймача випромінювання. Проведені дослідження методичної похибки вимірювання просторової частоти спектра сигналу за допомогою когерентного спектроаналізатора показали, що відомі формули, які застосовуються для визначення просторової частоти, справедливі тільки для параксіальної області. Розроблено новий метод розрахунку відносної похибки, застосування якого на прикладі заданого спектроаналізатора показало, що наближення Френеля в межах кута дифракції від 0° до 10° забезпечує відносну похибку меншу за 1,5% . Обґрунтовано, що використання у цифрових когерентних оптичних спектроаналізаторах матричних пристроїв вводу і виводу оптичних сигналів дозволяє досліджувати і обробляти двовимірні оптичні сигнали, які змінюються в просторі і часі. Однак це вимагає перетворення вхідного і вихідного сигналу в дискретну цифрову форму, що спотворює просторовий спектр сигналу на виході цифрових когерентних оптичних спектроаналізаторів. Для дослідження таких спотворень було розроблено фізико-математичну модель цифрових когерентних оптичних спектроаналізаторів і запропоновано моделі окремих їх компонентів. Обґрунтовано вибір основних характеристик когерентних спектроаналізаторів та розроблено методи розрахунку цих характеристик. Розглянуто методи розрахунку характеристик когерентних оптичних спектроаналізаторів, коли у якості вхідного тест-об'єкта обрано непрозорий екран з прямокутним отвором. Дослідження характеристик когерентних оптичних спектроаналізаторів показало, що робочий діапазон просторових частот обмежується параметрами оптичної системи когерентних оптичних спектроаналізаторів. На основі розробленої фізико-математичної моделі цифрових когерентних оптичних спектроаналізаторів обґрунтовано особливості використання матричних модуляторів світла, а саме: 1. Розподіл амплітуди поля у площині спектрального аналізу когерентних оптичних спектроаналізаторів являє собою результат суми дифракційних максимумів, які залежать від просторового спектра зображення, що спотворений імпульсним відгуком спектроаналізатора. Положення максимумів визначається періодом матричної структури просторового-модулятора світла, їх ширина – розміром модулятора. 2. Мінімальні спотворення при вимірюванні спектра зображення будуть у тому випадку, коли у формуванні розподілу амплітуди поля в площині аналізу приймає участь тільки максимуми нульового порядку Для підтвердження результатів проведених теоретичних досліджень когерентних оптичних спектроаналізаторів було розроблено і створено лабораторний стенд оптичного спектроаналізатора, який дозволив провести такі дослідження: вимірювання розподілу інтенсивності світла в дифракційній картині, яка сформована тест-об'єктом; визначення відповідності положення дифракційних максимумів в площині спектрального аналізу їх просторовій частоті; вимірювання спектрів тест-об'єктів, отриманих з використанням двох лазерів з різними довжинами хвиль; вимірювання узагальнених характеристик когерентних оптичних спектроаналізаторів. Наведені експериментально отримані дифракційні картини від тест-об'єктів у вигляді щілини, круглої діафрагми, дифракційної гратки, вимірювання інтенсивності яких підтвердили результати теоретичного моделювання. Отримано просторові спектри прозорої двовимірної структури, дослідження яких дозволяє визначити середні розміри і дисперсію розмірів комірок тканини. Такий метод може знайти широке використання у текстильній промисловості. Отримані у дисертації результати досліджень були використані на КП СПБ «Арсенал», що підтверджується актом впровадження.

2. The thesis is devoted to the decision of a scientific problem of increase of efficiency of coherent optical spectrum analyzers which are a part of optical systems of information processing, by coordination of parameters of their components. The increase in efficiency is achieved through the use in coherent optical spectrum analyzers of the input transparency in the form of a space-time discrete light modulator and a matrix detector. The harmonization of the parameters of the modulator, Fourier lens and matrix detector allowed to improve the technical characteristics of coherent optical spectrum analyzers. The criterion of efficiency is the proposed parameters (technical characteristics) of coherent optical spectrum analyzers: operating range of spatial frequencies; spatial bandwidth product; spatial spectral resolution. The dissertation, based on the Fresnel scalar theory of diffraction, analyzes the propagation of coherent light through a generalized optical system of a coherent optical spectrum analyzer, which consists of a laser, an input transparent, a Fourier lens and a matrix detector.

Researches of the methodological error of measuring the spatial frequency of the signal spectrum using a coherent spectrum analyzer have shown that the known formulas used to determine the spatial frequency are valid only for the paraxial region. A new method for calculating the relative error was developed, the application of which on the example of a given spectrum analyzer showed that the Fresnel approximation within the diffraction angle from 0 ° to 10 ° provides a relative error of less than 1.5%. It is substantiated that the use in digital coherent optical spectrum analyzers of matrix devices of input and output of optical signals allows to investigate and process two - dimensional optical signals which change in space and time. However, this requires the conversion of the input and output signal into a discrete digital form, which distorts the spatial spectrum of the signal at the output of digital coherent optical spectrum analyzers. To research such distortions, a physico-mathematical model of digital coherent optical spectrum analyzers was developed and models of their individual components were proposed. The choice of the main characteristics of coherent spectrum analyzers is substantiated and methods of calculation of these characteristics are developed. Methods for calculating the characteristics of coherent optical spectrum analyzers, when an opaque screen with a rectangular hole is chosen as the input test object, are considered. The research of the characteristics of coherent optical spectrum analyzers showed that the operating range of spatial frequencies is limited by the parameters of the optical system of coherent optical spectrum analyzers. On the basis of the developed physical and mathematical model of digital coherent optical spectrum analyzers the peculiarities of using matrix light modulators are substantiated, namely: 1. The distribution of the field amplitude in the plane of spectral analysis of coherent optical spectrum analyzers is the result of the sum of diffraction maximum that depend on the spatial spectrum of the image, which is distorted by the pulse response of the spectrum analyzer. The position of the maximum is determined by the period of the matrix structure of the spatial modulator of light, their width - the size of the modulator. 2. Minimal distortions in the measurement of the spectrum of the image will be in the case when in the formation of the distribution of the field amplitude in the plane of analysis involves only maximum of zero order. To confirm the results of theoretical researches of coherent optical spectrum analyzers, a laboratory stand of optical spectrum analyzer was developed and created, which allowed to conduct the researches: measured the distribution of light intensity in the diffraction pattern formed by the test object; determining the correspondence of the position of diffraction maximum in the plane of spectral analysis to their spatial frequency; measuring the spectrum of test objects obtained using two lasers with different wavelengths; measurement of generalized characteristics of coherent optical spectrum analyzers. The experimentally obtained diffraction patterns from test objects in the form of a slit, a round diaphragm, a diffraction grating, the intensity of which was confirmed by the results of theoretical modeling. The spatial spectrum of a transparent two-dimensional structure are obtained, the research of which allows to determine the average sizes and variance of the dimensions of tissue cells. This method can be widely used in the textile industry. The research results obtained in the dissertation were used at SDPSE Arsenal, which is confirmed by the act of implementation.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Тимчик Григорій Семенович

2. Tymchyk Hryhorii

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.11.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Яценко Ірина В'ячеславівна

2. Yatsenko Iryna Vyacheslavivna

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.11.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Квасніков Володимир Павлович

2. Kvasnikov Volodymyr P.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.11.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Чиж Ігор Генріхович
2. Chyzh Ihor

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.11.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Безуглий Михайло Олександрович
2. Bezuglyy Mykhaylo Oleksandrovych

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.11.17

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Котовський Віталій Йосипович |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Котовський Віталій Йосипович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | |
| **Реєстратор** | |
| **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** |  Юрченко Т.А. |