

# Облікова картка дисертації (ОКД)

Шифр спецради: Д 26.194.02

Відкрита

Вид дисертації: 05

Державний обліковий номер: 0521U100999

Дата реєстрації: 02-05-2021



## 1. Відомості про здобувача

ПІБ (укр.): Міца Олександр Володимирович

ПІБ (англ.): Miza Olexander

Докторантура: ні

Шифр спеціальності, за якою відбувся захист: 01.05.02

Дата захисту: 27-04-2021

На здобуття наукового ступеня: Доктор технічних наук (д. т. н.)

Спеціальність за освітою: Прикладна математика

## 2. Відомості про установу, організацію, у вченій раді якої відбувся захист

Назва організації: Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ: 05417176

Адреса: проспект Академіка Глушкова, буд. 40, м. Київ, Київська обл., 03187, Україна

Телефон: 380445262008

Телефон: 380445264178

E-mail: [incyb@incyb.kiev.ua](mailto:incyb@incyb.kiev.ua)

WWW: <http://incyb.kiev.ua/>

### **3. Відомості про організацію, де виконувалася (готувалася) дисертація**

**Назва організації:** Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет"

**Підпорядкованість:** Міністерство освіти і науки України

**Код ЄДРПОУ:** 02070832

**Адреса:** вул. Підгірна, буд. 46, м. Ужгород, Ужгородський р-н., Закарпатська обл., 88000, Україна

**Телефон:** 380312613396

**Телефон:** 380312613321

**E-mail:** office@uzhnu.edu.ua

**Інше:** www.uzhnu.edu.ua

**Назва організації:** Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет"

**Підпорядкованість:** Міністерство освіти і науки України

**Код ЄДРПОУ:** 02070832

**Адреса:** вул. Підгірна, буд. 46, м. Ужгород, Ужгородський р-н., Закарпатська обл., 88000, Україна

**Телефон:** 380312613396

**Телефон:** 380312613321

**E-mail:** office@uzhnu.edu.ua

**Інше:** www.uzhnu.edu.ua

### **4. Відомості про організацію, де працює здобувач**

**Назва організації:** Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет"

**Підпорядкованість:** Міністерство освіти і науки України

**Код ЄДРПОУ:** 02070832

**Адреса:** вул. Підгірна, буд. 46, м. Ужгород, Ужгородський р-н., Закарпатська обл., 88000, Україна

**Телефон:** 380312613396

**Телефон:** 380312613321

**E-mail:** office@uzhnu.edu.ua

**Інше:** www.uzhnu.edu.ua

### **5. Наукові керівники та консультанти**

#### **Наукові керівники**

Стецюк Петро Іванович (д. ф.-м. н., с.н.с., 01.05.01)

#### **Наукові консультанти**

Стецюк Петро Іванович (д. ф.-м. н., с.н.с., 01.05.01)

## 6. Офіційні опоненти та рецензенти

### Офіційні опоненти

Гребеннік Ігор Валерійович (д. т. н., професор, 01.05.02)

Стронський Олександр Володимирович (д.ф.-м.н., с.н.с., 01.04.10)

Крючин Андрій Андрійович (д. т. н., професор, член-кор., 05.13.05)

### Рецензенти

Кузнецов Микола Юрійович (д. т. н., член-кор., 01.05.02)

Булавацький Володимир Михайлович (д. т. н., професор, 01.05.02)

Губарев В'ячеслав Федорович (д.т.н., професор, 01.05.04, 05.13.03)

## 7. Підсумки дослідження та кількісні показники

**Підсумки дослідження:** 22 - Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

**Кількість сторінок:** 296

**Кількість додатків:** 1

**Ілюстрації:** 96

**Таблиці:** 46

**Схеми:**

**Використані першоджерела:** 203

**Кількість публікацій:** 65

**Кількість патентів:**

**Впровадження результатів роботи:** 2

**Мова документа:** Українська

**Зв'язок з науковими темами:** 0109U000860 0110U007287  
0115U001094 0115U001095 0115U001907

## 8. Індекс УДК тематичних рубрик НТІ

**Індекс УДК:** 519.711 , 519.87; 535.345.67

**Тематичні рубрики:** 28.17

## 9. Тема та реферат дисертації

### Тема (укр.)

Моделювання та оптимізація спектральних коефіцієнтів шаруватих оптичних систем з неоднорідними границями

### Тема (англ.)

Modeling and optimization of spectral coefficients of layered optical systems with inhomogeneous boundaries

### Реферат (укр.)

Дисертаційна робота присвячена розробці математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення для комп'ютерного проектування оптичних систем з врахуванням неоднорідностей на границі розділу, дисперсії показника заломлення, мас-транспорту, нанодфекти, оксидацию та аналізується стійкість до технологічних похибок. Розглядаються методи математичного моделювання шаруватих оптичних систем, які знаходять широке застосування в таких областях високих технологій, як лазерна техніка, оптоелектроніка, телекомунікації. Спектральні коефіцієнти шаруватих оптичних систем визначаються за допомогою матричного методу Абеле. Першочерговим завданням при конструюванні таких систем є забезпечення максимальної селективності та експлуатаційної надійності при використанні мінімальної кількості тонкоплівкових шарів. Проведено моделювання впливу неоднорідностей на границі розділу та нанодфектів плівок на спектральні характеристики різних оптичних фільтрів. Досліджено динаміку зміни просторово-поляризаційних параметрів вузькосмугових, відрізаючих та широкосмугових оптичних фільтрів при падінні світла під кутом. Пропонується модель, яка найбільш ефективно апроксимує дисперсію показника заломлення. Пропонується модель

структури дефектного шару, досліджується вплив нанодефектів залежно від їхньої природи, розмірів і положень на спектральні коефіцієнти досліджуваної багатошарової оптичної системи. Для синтезу оптичних фільтрів використовуються методи гладкої та негладкої оптимізації (r-алгоритм Шора). При проектуванні оптичних фільтрів пропонується двоетапний метод. Він дозволяє враховувати часткову неоднорідність, дисперсію показника заломлення, мас-транспорт, нанодефекти, оксидацію та стійкість до технологічних похибок. Для дослідження стійкості спектральних характеристик використовується метод Монте-Карло. Розглядаються підходи, які дозволяють прискорити знаходження розв'язків в задачах синтезу оптичних покриттів (СОП). Це використання аналітичної похідної (пришвидшений варіант), табуляція значень, швидке множення матриць та використання ефективного методу при одновимірній оптимізації. Запропоновано вибір початкових наближень для ефективного розв'язання задачі синтезу оптичних фільтрів. За допомогою запропонованих методів покращено спектральні характеристики існуючих ширококутових інтерференційних фільтрів. Запропоновано розв'язок задачі розпізнавання профілю показника заломлення халькогенідної плівки As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> після опромінення, який базується на розроблених моделях шаруватих структур та методах розв'язання задач синтезу оптичних покриттів. Запропоновано моделі профілю показника заломлення за товщиною плівок до і після опромінення халькогенідної плівки GeS<sub>2</sub> та отримано оцінка росту її товщини після опромінення. За допомогою розроблених методів розв'язання задач СОП проведено оптимізацію параметрів неоднорідних плівок, нанесених на високозаломлюючі підкладки халькогенідної фотоніки, для забезпечення максимального пропускання світла. Отримані результати впроваджено у навчальний процес факультету інформаційних технологій ДВНЗ "Ужгородський національний університет" та науково-дослідний процес Інституту інституту електронної фізики НАНУ, про що є відповідні акти впровадження.

## Реферат (англ.)

The dissertation is devoted to the development of mathematical, algorithmic and software for computer design of optical systems taking into account the inhomogeneities at the interface, refractive index variance, mass transport, nanodefects, oxidation and the analysis of stability layered structures to technological errors. Methods of mathematical modeling of layered optical systems, being widely used in such areas of high technology as laser technology, optoelectronics, telecommunications, have been considered in the thesis. The spectral coefficients of layered optical systems have been determined using the Abele matrix method. The primary task in the design of such systems is to ensure the maximum selectivity and operational reliability while using a minimum number of thin-film layers. The influence of inhomogeneities at the interface and film nanodefects on the spectral characteristics of different optical filters has been modeled. The dynamics of changes in the spatial-polarization parameters of narrowband, cut-off and broadband optical filters with the light falling at the angle has been studied. A model most effectively approximating the variance of the refractive index has been proposed as well as the one of the structure of the defective layer. The influence of nanodefects depending on their nature, size and position on the spectral coefficients of the studied multilayer optical system was also in the focus of the attention. Smooth and non-smooth optimization methods (Shore r-algorithm) are used for the synthesis of optical filters. A two-steps method has been proposed. It allows to take into account partial inhomogeneity, refractive index variance, mass transport, nanodefects, oxidation and stability to technological errors. The Monte Carlo method is used to study the stability of spectral characteristics. Approaches allowing to accelerate the finding of solutions in the problems of synthesis of optical coatings (SOC) are considered in the thesis as well. This is the usage of an analytical derivative (accelerated version), tabulation of values, rapid multiplication of matrices and the usage of an efficient method for one-dimensional optimization. The choice of initial approximations for the effective solution of the problem of synthesis of optical filters has been offered. The proposed methods improve the spectral characteristics of existing broadband interference filters. The solution of the problem of reconstruction of the refractive index profile of the chalcogenide film As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> after irradiation is proposed. It is based on the developed models of layered structures and the methods for solving the problems of synthesis of optical coatings. Models of the refractive index profile along the film thickness before and after irradiation of the chalcogenide film GeS<sub>2</sub> are proposed and an estimate of the growth of its thickness after irradiation has been obtained. With the help of the developed methods of solving SOC problems, the parameters of inhomogeneous films deposited on highly refracting substrates of chalcogenide photonics were optimized to ensure maximum light transmission. The obtained results were introduced into the educational process of the Faculty of Information Technologies of Uzhhorod National University and the research process of the Institute of the Institute of Electronic Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine, about which there are relevant acts of implementation.

---

**Голова спеціалізованої вченої ради:** Сергієнко Іван Васильович (д. ф.-м. н., акад., 01.05.03)

**Головуючий на засіданні:** Сергієнко Іван Васильович (д. ф.-м. н., академік НАНУ, 01.05.03)

---

Підпис

М.П.

**Відповідальний за подання документів:** Varic O.A. (Тел.: 0445262008)

---

Підпис

**Керівник відділу реєстрації наукової діяльності  
УкрІНТЕІ**



Юрченко Т.А.