

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U003117

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 19-09-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ №408 від 20.09.2024 р.



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мосюк Тетяна Іванівна

2. Tatyana I. Mosyuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика та астрономія

Дата захисту: 30-08-2024

Спеціальність за освітою: Фізика та астрономія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 82

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет імені Михайла Драгоманова

**Код за ЄДРПОУ:** 44807628

**Місцезнаходження:** вул. Пирогова, буд. 9, Київ, 01030, 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:** Український державний університет імені Михайла Драгоманова

**Код за ЄДРПОУ:** 44807628

**Місцезнаходження:** вул. Пирогова, буд. 9, Київ, 01030, Україна

**Форма власності:** Державна

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

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 47.09.29

**Тема дисертації:**

1. Особливості фізичних характеристик вихідних і опромінених електронами з енергією  $E = 2 \text{ MeV}$  гомо- та гетероперехідних світлодіодів
2. Features of physical characteristics of initial and irradiated with electrons with energy  $E = 2 \text{ MeV}$  homojunction and heterojunction LEDs

**Реферат:**

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню електрофізичних та оптичних характеристик вихідних та опромінених електронами з енергією  $E = 2 \text{ MeV}$ , гомоперехідних GaP, GaAsP, світлодіодів і гетероперехідних світлодіодів InGaN з квантовими ямами. У поданій роботі детально описано технологію опромінення зразків, приготування до експериментальних вимірювань, принципові схеми вимірювальних пристроїв, особливості низькотемпературних вимірювань, способи одержання потрібної інформації та методи опрацювання результатів. Приведені результати вимірювання вольт-амперних та електролюмінісцентних характеристик у межах  $77 \text{ } ^\circ\text{K}$  вихідних і опромінених електронами з енергією  $E = 2 \text{ MeV}$ ;  $\Phi = 8,2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$  світлодіодів GaP, InGaN/GaN. Проаналізовано особливості температурних залежностей інтенсивності свічення

опромінених світлодіодів. Виявлено, що введення радіаційних дефектів у світлодіодів InGaN електронами і у-квантами Co60, Cs137 супроводжується падінням інтенсивності випромінювання і, відповідно, зменшенням квантового виходу внаслідок виникнення глибоких безвипромінювальних рівнів, причому ефективність дії у-квантів Co60-у 1,5 рази вища, ніж у-квантів Cs137. Досліджувались світлодіоди, вирощені на основі твердих розчинів  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  ( $x < 0,1$ ). Встановлено, що спектр випромінювання досліджуваних зразків при 300 °К складається з трьох смуг з  $\lambda_{1\text{max}}=370$  нм (УФ),  $\lambda_{2\text{max}}=550$  нм - (жовтої) та  $\lambda_{3\text{max}}=770$  нм - (червоної). Перша з них виникає внаслідок рекомбінаційних переходів у квантових ямах; дві інші - дефектного походження. Дуплетна структура максимуму випромінювання УФ - смуги при 77 °К - наслідок фонного повторення основної лінії випромінювання. Опромінення електронами супроводжується падінням інтенсивності свічення всіх трьох смуг; виникнення максимуму  $\lambda_{\text{max}}=420$  нм очевидно пов'язане із введенням радіаційних дефектів в область квантових ям. Опромінення електронами з  $E = 2$  МеВ світлодіодів InGaN/GaN приводить до падіння інтенсивності всіх трьох ліній у результаті введення безвипромінювальних рівнів як у активні області InGaN, так і у бар'єри GaN. На фоні загального зменшення інтенсивності рекомбінації виникає додатковий максимум з  $\lambda_{\text{max}}=470$  нм, спричинений присутністю у зразку дефектів радіаційного походження.

2. The dissertation is devoted to the study of electrophysical and optical characteristics of the initial and irradiated with electrons with energy  $E = 2$  MeV, homojunction GaP, GaAsP, LEDs and heterojunction InGaN LEDs with quantum wells. This paper describes in detail the technology of irradiation of samples, preparation for experimental measurements, schematic diagrams of measuring devices, features of low-temperature measurements, methods of obtaining the necessary information, and methods of processing the results. The results of measuring the current-voltage and electroluminescence characteristics in the range of 77 - 300 °K of the initial and irradiated electrons with energy  $E = 2$  MeV;  $F = 8.2 - 1016$  cm<sup>-2</sup> of GaP, InGaN/GaN LEDs are presented. The peculiarities of the temperature dependence of the luminescence intensity of irradiated LEDs are analyzed. It has been found that the introduction of radiation defects in InGaN LEDs by electrons and  $\gamma$ -quanta of Co60 and Cs137 is accompanied by a drop in radiation intensity and, accordingly, a decrease in quantum yield due to the appearance of deep radiation-free levels, with the efficiency of Co60  $\gamma$ -quanta being 1.5 times higher than that of Cs137  $\gamma$ -quanta. The LEDs grown on the basis of solid solutions of  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  ( $x < 0.1$ ) were studied. It was found that the emission spectrum of the studied samples at 300 °C consists of three bands with  $\lambda_{\text{max}}=370$  nm (UV),  $\lambda_{2\text{max}}=550$  nm (yellow), and  $\lambda_{3\text{max}}=770$  nm (red). The first of them arises as a result of recombination transitions in quantum wells; the other two are of defect origin. The doublet structure of the maximum emission of the UV band at 77 °C is a consequence of phonon repetition of the main emission line. The electron irradiation is accompanied by a drop in the luminescence intensity of all three bands; the appearance of the maximum  $\lambda_{\text{max}}=420$  nm is obviously associated with the introduction of radiation defects into the quantum wells region. The irradiation of InGaN/GaN LEDs with electrons with  $E = 2$  MeV leads to a drop in the intensity of all three lines as a result of the introduction of radiation-free levels in both the active regions of InGaN and the GaN barriers. Against the background of a general decrease in the recombination intensity, an additional maximum with  $\lambda_{\text{max}}=470$  nm appears, caused by the presence of defects of radiation origin in the sample.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**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:** Не застосовується

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

- 1. Мосюк Т.І., Вернидуб Р.М., Литовченко П.Г., Мирошніченко Ю.Б., Стратілат Д.П., Тартачник В.П., Шлапацька В.В. Influence of electron irradiation with  $E = 2$  MeV on electrophysical and optical characteristics of green InGaN/GaN LEDs Nuclear Physics and Atomic Energy, vol. 24, issue 1, pp. 27–33 <https://doi.org/10.15407/inpae2023.01.027>
- 2. Мосюк Т.І., Вернидуб Р.М., Литовченко П.Г., Пінковська М.Б., Стратілат Д.П., Тартачник В.П. Негативний диференціальний опір і спектральні характеристики світлодіодів, вирощених на основі твердого розчину GaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> Nuclear Physics and Atomic Energy, 2024, 25(2), с. 125–133 <https://doi.org/10.15407/inpae2024.02.125>
- 3. Вернидуб Р.М., Мосюк Т.І., Петренко І.В., Радкевич О.І., Стратілат Д.П., Тартачник В.П. Особливості спектрів випромінювання вихідних та опромінених електронами УФ СД InGaN Interdisciplinary Studies of Complex Systems No. 23 (2023) 57–69 <https://doi.org/10.31392/iscs.2023.23.057>
- 4. Вернидуб Р.М., Малий Є.В., Мосюк Т.І., Петренко І.В., Стратілат Д.П., Тартачник В.П. Вплив проникної радіації на активні світлодіодні елементи контрольно-вимірjувальних систем. Збірник тез IV Міжнародної конференції «Перспективи впровадження інновацій у атомну енергетику» (30 вересня 2022 року, м.Київ). [електронне джерело]. Київ. – с. 58
- 5. Вернидуб Р.М., Мосюк Т.І., Тартачник В.П. Вплив проникного випромінювання на електрофізичні характеристики гомоперехідних (GaP), та гетероперехідних (InGaN/GaN) світлодіодів. The III International Scientific and Practical Conference «Latest directions of modern science», January 23 – 25, Vancouver, Canada. p. 304 (с. 231–236) ISBN – 978–9–40365–682–3
- 6. Вернидуб Р.М., Конорева О.В., Мосюк Т.І., Стратілат Д.П., Тартачник В.П. Особливості електрофізичних характеристик вихідних та опромінених світлодіодів (InGaN/GaN) із квантовими ямами. The 3th International scientific and practical conference “Theoretical aspects of education development» (January 24 – 27, 2023) Warsaw, Poland. International Science Group. 2023. p. 569 (с. 462–467) ISBN – 979–8–88896–541–2 DOI –10.46299/ISG.2023.1.3
- 7. Budnyk O.P., Vernydub R.M., Kot L.A., Melnychenko O.V., Mosiuk T.I., Radkevych O.I., Stratilat D.P., Tartachnyk V.P., Shepel H.S. Electrophysical properties of InGaN/GaN LEDs with quantum wells 11th International Conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2023) 16–19 of August 2023 Bukovel, UKRAINE Session 1. Nanocomposites and Nanomaterials, pp. 247 ISBN: 978–6178092–32–0
- 8. Budnyk O.P., Vernydub R.M., Kot L.A., Melnychenko O.V., Mosiuk T.I., Radkevych O.I., Stratilat D.P., Tartachnyk V.P., Shepel H.S. Differences in emission spectra of pristine and irradiated with 2 MeV electron beam InGaN/GaN LEDs with quantum wells 11th International Conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2023) 16–19 of August 2023 Bukovel, UKRAINE Session 1. Nanocomposites and Nanomaterials, pp. 248–249 ISBN: 978–617–8092–32–0
- 9. Вернидуб Р.М., Кот Л.А., Мирошніченко Ю.Б., Мосюк Т.І., Стратілат Д.П., Тартачник В.П. Негативний диференціальний опір у світлодіодах InGaN із квантовими ямами. XXX щорічна наукова конференція Інституту ядерних досліджень НАН України (Київ, 25 – 29 вересня 2023 року): анотації до доповідей. – Київ : Ін-т ядерних дослідж., 2023, ст. 129–130
- 10. Вернидуб Р.М., Литовченко П.Г., Мосюк Т.І., Петренко І.В., Стратілат Д.П., Тартачник В.П. Особливості рекомбінаційних властивостей світлодіодів із квантовими ямами XXX щорічна наукова конференція Інституту ядерних досліджень НАН України (Київ, 25 – 29 вересня 2023 року): анотації до доповідей. – Київ : Ін-т ядерних дослідж., 2023, ст. 131
- 11. Вернидуб Р.М., Мосюк Т.І., Пінковська М.Б., Радкевич О.І., Стратілат Д.П., Тартачник В.П. Вплив радіаційних дефектів на властивості 7 світлодіодів InGaN/GaN із квантовими ямами. XXX щорічна наукова конференція Інституту ядерних досліджень НАН України (Київ, 25 – 29 вересня 2023 року): анотації до доповідей. – Київ : Ін-т ядерних дослідж., 2023, ст. 132–133

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

**Соціально-економічна спрямованість:**

## **Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:**

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

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Вернидуб Роман Михайлович

2. Roman M. Vernydub

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., професор, 01.04.10

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-7796-026X

**Додаткова інформація:** <https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=wPVOUMAAAAAJ>;

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?origin=resultslist&authorId=6504080296&zone=>

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет імені Михайла Драгоманова

**Код за ЄДРПОУ:** 44807628

**Місцезнаходження:** вул. Пирогова, буд. 9, Київ, 01030, 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. Корбутяк Дмитро Васильович

2. Dmytro V. Korbutyak

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.04.10

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6480-5519

**Додаткова інформація:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7003298255>

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05416952

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 41, Київ, 03028, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

## Ідентифікатор ROR:

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Туровський Олександр Леонідович
2. Oleksandr L. Turovskyi

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.12.13

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-4961-0876

**Додаткова інформація:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57217115256>;  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57217115256>;  
<https://scholar.google.com.ua/citations?user=HXqyAo4AAAAJ&hl=ru>

**Повне найменування юридичної особи:** Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

**Код за ЄДРПОУ:** 38855349

**Місцезнаходження:** вул. Солом'янська, буд. 7, Київ, 03110, Україна

**Форма власності:** Державна

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

## Ідентифікатор ROR:

### Рецензенти

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кириленко Олена Іванівна
2. Olena I. Kurylenko

**Кваліфікація:** к. пед. н., доцент, 13.00.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0513-5655

**Додаткова інформація:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218213006>;  
<https://scholar.google.com.ua/citations?user=TkJks0EAAAAJ&hl=ru>

**Повне найменування юридичної особи:** Український державний університет імені Михайла Драгоманова

**Код за ЄДРПОУ:** 44807628

**Місцезнаходження:** вул. Пирогова, буд. 9, Київ, 01030, Україна

**Форма власності:** Державна

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

## Ідентифікатор ROR:

### Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Павлова Наталія Юріївна
2. Natalija Y. Pavlova

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., доц., 01.04.10

