

**Т. І. Мосюк<sup>1,\*</sup>, Р. М. Вернидуб<sup>1</sup>, П. Г. Литовченко<sup>2</sup>, Ю. Б. Мирошніченко<sup>1</sup>,  
Д. П. Стратілат<sup>2</sup>, В. П. Таргачник<sup>2</sup>, В. В. Шлапацька<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Київ, Україна

<sup>2</sup> Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

<sup>3</sup> Інститут фізичної хімії імені Л. В. Писаржевського НАН України, Київ, Україна

\*Відповідальний автор: t.i.mosiuk@npu.edu.ua

## **ВПЛИВ ОПРОМІНЕННЯ ЕЛЕКТРОНАМИ З $E = 2$ MeV НА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ТА ОПТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕЛЕНИХ InGaN/GaN СВІТЛОДІОДІВ**

Досліджувались світлодіоди (СД) із квантовими ямами, виготовлені на основі твердого розчину  $\text{In}_{0.21}\text{Ga}_{0.79}\text{N}$ . Проведено вимірювання вольт-амперних характеристик (ВАХ) та електролюмінесценції (ЕЛ) у межах  $77 \div 300$  К. На ВАХ в інтервалі  $77 \div 150$  К виявлено ділянки від'ємного диференціального опору, а також тонку структуру спектрів випромінювання. Наведено результати впливу опромінення електронами ( $E_e = 2$  MeV) на інтенсивність ЕЛ та квантовий вихід досліджуваних зразків; виявлено особливості температурних залежностей інтенсивності свічення опромінених СД.

*Ключові слова:* InGaN, світлодіод, від'ємний диференційний опір, вольт-амперні характеристики, електролюмінесцентні характеристики.

**T. I. Mosiuk<sup>1,\*</sup>, R. M. Vernydub<sup>1</sup>, P. G. Lytovchenko<sup>2</sup>, Yu. B. Myroshnichenko<sup>1</sup>,  
D. P. Stratilat<sup>2</sup>, V. P. Tartachnyk<sup>2</sup>, V. V. Shlapatska<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup> L. V. Piszarszewski Physical Chemistry Institute, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

\*Corresponding author: t.i.mosiuk@npu.edu.ua

## **INFLUENCE OF ELECTRON IRRADIATION WITH $E = 2$ MeV ON ELECTROPHYSICAL AND OPTICAL CHARACTERISTICS OF GREEN InGaN/GaN LEDs**

We studied light-emitting diodes (LEDs) with quantum dots made on basis of a solid solution of  $\text{In}_{0.21}\text{Ga}_{0.79}\text{N}$ . Measurements of current-voltage characteristics and electroluminescence characteristics were carried out in the range of  $77 \div 300$  K. On the current-voltage characteristics in the range of  $77 \div 150$  K, areas of negative differential resistance, as well as a fine structure of radiation spectra, were detected. The results of the influence of electron irradiation ( $E_e = 2$  MeV) on electroluminescence characteristics intensity and quantum yield of the studied samples are presented; the features of the temperature dependence of the glow intensity of irradiated LEDs were revealed.

*Keywords:* InGaN, light emitting diode, negative differential resistance, current-voltage characteristics, electroluminescence characteristics.

### REFERENCES

1. Z. Liu et al. Micro-light-emitting diodes with quantum dots in display technology. *Light Sci. Appl.* 9 (2020) 83.
2. D. Iida et al. 633-nm InGaN-based red LEDs grown on thick underlying GaN layers with reduced in-plane residual stress. *Appl. Phys. Lett.* 116 (2020) 162101.
3. R.M. Vernydub et al. Degradation-Reduction Features of Electrophysical Characteristics of Irradiated Gallium Phosphide Light-Emitting Diodes. *Acta Physica Polonica A* 140 (2021) 141.
4. R.M. Vernydub et al. Spectral characteristics of initial and irradiated GaAsP LEDs. *Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy)* 22 (2021) 143. (Ukr)
5. A.E. Yunovich. Light from heterojunctions. *Priroda* 6 (2001) 38. (Rus)
6. D. Iida et al. Demonstration of low forward voltage InGaN-based red LEDs. *Applied Physics Express* 13(3) (2020) 031001.
7. N.I. Bochkareva, Yu.G. Shreter. Influence of deep centers on carrier confinement in InGaN/GaN quantum wells and LED efficiency. *Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov* 52(7) (2018) 796. (Rus)
8. A.F. Tsatsulnikov et al. The bridge across the "green valley". On the way to RGB white light sources. In: *Gallium, Indium and Aluminum Nitrides – Structures and Devices. Abstracts of 7th All-Russian. Conf., Feb. 1 - 3, 2010, Moskva (St. Petersburg, A.F. Ioffe Physical-Technical Institute RAS, 2010)* p. 41. (Rus)
9. Y. Jiang et al. Realization of high-luminous-efficiency InGaN light-emitting diodes in the "green gap" range. *Sci. Rep.* 5 (2015) 10883.

10. Zh. Lio et. al Micro-light-emitting diodes with quantum dots in display technology. *Light Sci. Appl.* 9 (2020) 83.
11. A.S. Hedzir et al. Influence of electron irradiation on the electroluminescence spectra of white InGaN light emitting diodes. *Ukr. J. Phys. Opt.* 19(3) (2018) 159.
12. H. Zhao et al. Approaches for high internal quantum efficiency green InGaN light-emitting diodes with large overlap quantum wells. *Optics Express* 19(S4) (2011) A991.
13. A.A. Efremov et al. Influence of Joule heating on the quantum efficiency and choice of the thermal regime of high-power blue InGaN/GaN LEDs. *Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov* 40(5) (2006) 621. (Rus)
14. I.A. Prudaev et al. Influence of ballistic leakage on the temperature dependence of the quantum yield of LEDs based on InGaN/GaN multiple quantum wells. *Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov* 51(2) (2017) 240. (Rus)
15. V.E. Borisenko et al. *Nanoelectronics: Theory and Practice*. Textbook. 3rd ed. (Moskva: Laboratoriya Znaniy, 2013) 366 p. (Rus)
16. I.A. Prudaev et al. Effect of temperature on the mechanism of carrier injection in LEDs based on InGaN/GaN multiple quantum wells. *Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov* 47(10) (2013) 1391. (Rus)

Надійшла/Received 05.12.2022