

Р. Ю. Чаплинський<sup>1,\*</sup>, Ф. А. Даневич<sup>1,2</sup>, Д. В. Касперович<sup>1</sup>, В. Р. Клавдієнко<sup>1</sup>, В. В. Кобичев<sup>1</sup>,  
Е. С. Петросян<sup>1</sup>, А. Р. Подвіянюк<sup>1</sup>, Р. Б. Подвіянюк<sup>3</sup>, О. Г. Поліщук<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

<sup>2</sup> Інститут експериментальної і прикладної фізики, Чеський технічний університет у Празі, Прага, Чехія

<sup>3</sup> Сірак'юський університет, Сірак'юс, Нью-Йорк, США

\*Відповідальний автор: [chaplinskiyru@gmail.com](mailto:chaplinskiyru@gmail.com)

## ГАММА-СПЕКТРОМЕТРІЯ ЗІ СЦИНТИЛЯЦІЙНИМИ КРИСТАЛАМИ CsI(Tl), NaI(Tl) ТА CdWO<sub>4</sub> ЗА ДОПОМОГОЮ КРЕМНІЄВОГО ФОТОПОМНОЖУВАЧА

У цій роботі проведено дослідження використання сучасних кремнієвих фотопомножувачів (SiPM) для сцинтиляційної  $\gamma$ -спектрометрії з кристалами CdWO<sub>4</sub>, CsI(Tl) та NaI(Tl). Виявлено, що кристали з високим світловим виходом і коротким часом висвічування, зокрема CsI(Tl), забезпечують найкращі характеристики, тоді як досягнута енергетична роздільна здатність нижча, ніж отримана з традиційними фотоелектронними помножувачами (ФЕП). Отримані результати підкреслюють потенціал SiPM як компактної та економічно ефективної альтернативи ФЕП для застосувань у ядерній фізиці, зокрема у легких портативних спектрометрах, таких як системи радіаційного моніторингу на основі малих безпілотних літальних апаратів.

*Ключові слова:* гамма-спектрометрія, сцинтиляційний детектор, кремнієвий фотопомножувач (SiPM), CdWO<sub>4</sub>, CsI(Tl), NaI(Tl).

Р. Ю. Чаплинський<sup>1,\*</sup>, Ф. А. Даневич<sup>1,2</sup>, Д. В. Касперович<sup>1</sup>, В. Р. Клавдієнко<sup>1</sup>, В. В. Кобичев<sup>1</sup>,  
Е. С. Петросян<sup>1</sup>, А. Р. Подвіянюк<sup>1</sup>, Р. Б. Подвіянюк<sup>3</sup>, О. Г. Поліщук<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Institute of Experimental and Applied Physics, Czech Technical University, Prague, Czech Republic

<sup>3</sup> Department of Physics, Syracuse University, Syracuse, USA

\*Corresponding author: [chaplinskiyru@gmail.com](mailto:chaplinskiyru@gmail.com)

## GAMMA SPECTROMETRY WITH CsI(Tl), NaI(Tl) AND CdWO<sub>4</sub> SCINTILLATION CRYSTALS USING A SILICON PHOTOMULTIPLIER

This study investigated using of silicon photomultiplier (SiPM) for scintillation  $\gamma$ -spectrometry with CdWO<sub>4</sub>, CsI(Tl), and NaI(Tl) crystal scintillators. At room temperature, CsI(Tl) crystal scintillator provides the best performance, while the achievable energy resolution is lower compared to that obtained with conventional photomultiplier tube (PMT) with green-enhanced photocathode. These findings highlight the potential of SiPMs as a compact and cost-effective alternative to PMTs in nuclear physics applications, particularly for light portable spectrometers, such as radiation monitoring systems based on small unmanned aerial vehicles.

*Keywords:* gamma spectrometry, scintillation detector, silicon photomultiplier, SiPM, CdWO<sub>4</sub>, CsI(Tl), NaI(Tl).

### REFERENCES

1. G.F. Knoll. *Radiation Detection and Measurement* (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010) 864 p.
2. P. Buzhan et al. Silicon photomultiplier and its possible applications. *Nucl. Instrum. Methods A* 504 (2003) 48.
3. D. Renker. Geiger-mode avalanche photodiodes, history, properties and problems. *Nucl. Instrum. Methods A* 567 (2006) 48.
4. R. Klanner. Characterisation of SiPMs. *Nucl. Instrum. Methods A* 926 (2019) 36.
5. M. Grodzicka-Kobylka, M. Moszyński, T. Szczęśniak. Silicon Photomultipliers in Scintillation Detectors for Nuclear Medicine. In: J.S. Iwaczyk, K. Iniewski (Eds.). *Radiation Detection Systems: Medical Imaging, Industrial Testing, and Security Applications*. 2nd ed. (Boca Raton: CRC Press, 2022) p. 225.
6. D.J. Herbert et al. First results of scintillator readout with silicon photomultiplier. *IEEE Trans. Nucl. Sci.* 53(1) (2006) 389.
7. D. Renker, E. Lorenz. Advances in solid state photon detectors. *J. Instrum.* 4 (2009) P04004.
8. M. Grodzicka et al. Energy resolution of small scintillation detectors with SiPM light readout. *J. Instrum.* 8 (2013) P02017.
9. Onsemi Silicon Photomultipliers (SiPM), Low-Noise, Blue-Sensitive. C-Series SiPM Sensors: Data Sheet.
10. Hamamatsu Multi-Pixel Photon Counter: Data Sheet.
11. S. Merzi et al. NUV-HD SiPMs with metal-filled trenches. *J. Instrum.* 18 (2023) P05040.
12. User Manual for VDS1022(I) PC oscilloscope.

13. L. Bardelli et al. Further study of CdWO<sub>4</sub> crystal scintillators as detectors for high sensitivity 2 $\beta$  experiments: Scintillation properties and pulse-shape discrimination. [Nucl. Instrum. Methods A 569 \(2006\) 743](#).
14. M.J. Cieřlak et al. Critical review of scintillating crystals for neutron detection. [Crystals 9 \(2019\) 480](#).
15. C.L. Melcher. Perspectives on the future development of new scintillators. [Nucl. Instrum. Methods A 537 \(2005\) 6](#).
16. M.J. Weber. Inorganic scintillators: today and tomorrow. [J. Luminesc. 100 \(2002\) 35](#).
17. F.A. Danevich et al.  $\alpha$  activity of natural tungsten isotopes. [Phys. Rev. C 67 \(2003\) 014310](#).
18. C. Michail et al. Luminescence efficiency of cadmium tungstate (CdWO<sub>4</sub>) single crystal for medical imaging applications. [Crystals 10 \(2020\) 429](#).
19. [Luxium Solutions. Scintillation Crystals](#).
20. [Photomultiplier tube Hamamatsu R6233](#).

Надійшла / Received 05.11.2025