

**М. В. Пугач\*, В. М. Добішук, В. О. Кива, О. С. Ковальчук,  
В. М. Пугач, М. А. Теклішин, С. Б. Чернишенко**

*Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна*

\*Відповідальний автор: mvpugach@gmail.com

## **СИСТЕМА ОЦІНКИ ЯКОСТІ МОНОЛІТНИХ АКТИВНИХ МІКРОПІКСЕЛЬНИХ ДЕТЕКТОРІВ**

Представлено систему оцінки якості мікропіксельних детекторів. Система включає лазерний скануючий мікрозонд та установку для дослідження відгуку мікродетекторів на мінімально іонізуючі частинки. Результати валідації створеної системи свідчать про її придатність для оцінки якості новітніх мономітних активних піксельних сенсорів (МАПС), перспективних елементів трекових систем великої площі майбутніх експериментів з фізики високих енергій. Порівняння МАПС з двосторонніми мікростріповими детекторами експерименту Compressed Barionic Matter (CBM) (Facility for Antiproton and Ion Research, Дармштадт) свідчить про доцільність модернізації кремнієвої трекової системи експерименту із застосуванням МАПС.

*Ключові слова:* мономітні активні мікропіксельні детектори, гібридні мікропіксельні детектори, двосторонні мікростріпові детектори, оцінка якості мікродетекторів, експеримент CBM.

**M. V. Pugach\*, V. M. Dobishuk, V. O. Kyva, O. S. Kovalchuk,  
V. M. Pugatch, M. A. Teklishyn, S. B. Chernyshenko**

*Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

\*Corresponding author: mvpugach@gmail.com

## **QUALITY ASSESSMENT SYSTEM FOR MONOLITHIC ACTIVE MICROPIXEL DETECTORS**

A system for quality assessment of micropixel detectors is presented. The system includes a laser scanning microprobe and a setup for studying the response of micro detectors to minimum ionizing particles. The results of the validation of the developed system indicate its suitability for assessing the quality of the latest monolithic active pixel sensors (MAPS), promising elements of large-area tracking systems for future high-energy physics experiments. Comparison of MAPS with the double-sided microstrip detectors of the CBM experiment (FAIR, Darmstadt) indicates the feasibility of the upgrade of its Silicon Tracking System using MAPS.

*Keywords:* monolithic active micropixel detectors, hybrid micropixel detectors, double-sided microstrip detectors, microdetector quality assessment, CBM experiment.

## REFERENCES

1. X. Llopart et al. Timepix4, a large area pixel detector readout chip which can be tiled on 4 sides providing sub-200 ps timestamp binning. *JINST* 17 (2022) C01044.
2. P. Senger, V. Friese (CBM Collaboration). CBM Progress Report 2021. GSI-2022-00599 (Darmstadt: GSI, 2022) 239 p.; J. Heuser et al. Technical Design Report for the CBM Silicon Tracking System. GSI Report 2013-4. GSI-2013-05499 (Darmstadt: GSI, 2013) 167 p.
3. H. Augustin et al. The MuPix high voltage monolithic active pixel sensor for the Mu3e experiment. *JINST* 10 (2015) C03044.
4. K. Arndt et al. Technical design of the phase I Mu3e experiment. *Nucl. Instrum. Meth. A* 1014 (2021) 165679.
5. LHCb Collaboration. Framework TDR for the LHCb Upgrade II: Opportunities in flavour physics, and beyond, in the HL-LHC era: Technical Design Report. CERN-LHCC-2021-012. LHCb-TDR-023. (Geneva: CERN, 2012) 201 p.
6. F. Reidt. ALICE ITS2 – A Monolithic Active Pixel Sensor Based Inner Tracking System for ALICE CERN Detector Seminar, 21st October 2022.
7. R. O’Neil. HV-MAPS for the LHCb Upgrade-II Mighty Tracker. In: *The 31st International Workshop on Vertex Detectors 2022*, Tateyama, Japan, 23 - 28 October 2022.
8. I. Perić et al. High-Voltage CMOS Active Pixel Sensor. *IEEE Journal of Solid-State Circuits* 56(8) (2021) 2488.
9. G.A. Rinella et al. First demonstration of in-beam performance of bent Monolithic Active Pixel Sensors. *Nucl. Instrum. Meth. A* 1028 (2022) 166280.
10. P. Klaus et al. (CBM Collaboration). Technical Design Report for the CBM: Micro-Vertex Detector (MVD) (GSI, Darmstadt, Germany, 2022) 157 p.; M. Deveaux et al. Observations on MIMOSIS-0, the first dedicated CPS prototype for the CBM MVD. *Nucl. Instrum. Meth. A* 958 (2020) 162653.

11. G. Contin *et al.* The STAR MAPS-based PiXeL detector. [Nucl. Instrum. Meth. A 907 \(2018\) 60.](#)
12. M. Campbell *et al.* Hybrid micropixel detector at the focal plane of the mass-spectrometer. [Yaderna Fizyka ta Energetyka \(Nucl. Phys. At. Energy\) 10\(4\) \(2009\) 424.](#)
13. M.V. Pugach *et al.* Usage of the micropixel detector TimePix for observation of the dynamics of phase transitions in metals. [Yaderna Fizyka ta Energetyka \(Nucl. Phys. At. Energy\) 13\(4\) \(2012\) 382.](#) (Ukr)
14. M. Pugach *et al.* Micropixel TimePix Detectors for Kinematics Complete Studies of the Reaction  $^{11}\text{B}(p, 3\alpha)$ . [Annual Report - 2012 \(Kyiv: Institute for Nuclear Research, 2013\) p. 81](#); C. Granja *et al.* Position-Sensitive Coincidence Detection of Nuclear Reaction Products with Two Timepix Detectors and Synchronized Readout. [Proceedings of Science POS \(X LASNPA\) \(2013\) 043.](#)
15. V. Pugatch *et al.* Metal micro-detector TimePix imaging synchrotron radiation beams at the ESRF Bio-Medical Beamline ID17. [Nucl. Instr. Meth. A 682 \(2012\) 8.](#)
16. V. Pugatch *et al.* Characterization of equipment for shaping and imaging hadron minibeam. [Nucl. Instrum. Meth. A 872 \(2017\) 119.](#)
17. V.M. Pugatch. [Position Sensitive Micro-Strip and Micro-Pixel Detectors.](#) [Nauka ta Innovatsiyi 8\(2\) \(2012\) 26.](#)
18. V. Kraus *et al.* FITPix – fast interface for Timepix pixel detectors. [JINST 6 \(2011\) C01079.](#)
19. J. Šolc *et al.* Monte Carlo modelling of pixel clusters in Timepix detectors using the MCNP code. [Physica Medica 101 \(2022\) 79.](#)
20. V.M. Pugatch *et al.* Plasma technologies for manufacturing of micro-strip metal detectors of ionizing radiation. [Problems of Atomic Science and Technology. Ser. Plasma Physics 13\(1\) \(2007\) 173.](#)
21. A. Lymanets (CBM Collaboration). The Silicon Tracking System of the CBM Experiment at FAIR. [Ukr. J. Phys. 64\(7\) \(2019\) 607.](#)
22. [Alibava Systems. Instruments for Detection.](#)
23. V. Pugatch *et al.* Submicron position-sensitive detector. [Nucl. Instrum. Meth. B 70\(1-4\) \(1992\) 574.](#)

Надійшла/Received 29.12.2022