

INFORMATYKA AUTOMATYKA POMIARY



www.e-IAPGOS.pl

W GOSPODARCE I OCHRONIE ŚRODOWISKA

ISSN 2083-0157

Kwartalnik Naukowo-Techniczny



fot. Vadim Bredykhin

State Biotechnological University
(Kharkiv, Ukraine)

1/2025

styczeń – marzec

Wydanie pod redakcją naukową
prof. dr hab. inż. Waldemara Wójcika

INFORMATYKA AUTOMATYKA POMIARY

W GOSPODARCE I OCHRONIE ŚRODOWISKA
Informatics Control Measurement in Economy and Environment Protection

p-ISSN 2083-0157, e-ISSN 2391-6761, www.e-iapgos.pl

EDITOR STAFF ZESPÓŁ REDAKCYJNY

Editor-in-Chief Redaktor naczelny

Paweł KOMADA

Lublin University of Technology, Lublin, Poland
p.komada@pollub.pl

Deputy Editors Zastępcy redaktora

Jan SIKORA

Research and Development Center Netrix S.A.,
Lublin, Poland sik59@wp.pl

Dominik SANKOWSKI

Lodz University of Technology, Lodz, Poland
dsan@kis.p.lodz.pl

Paweł FIALA

Brno University of Technology, Brno, Czech
Republic fialap@feec.vutbr.cz

Andrzej SMOLARZ

Lublin University of Technology, Lublin, Poland
a.smolarz@pollub.pl

Technical Editor Redaktor techniczny

Tomasz ŁAWICKI

Lublin University of Technology, Lublin, Poland
t.lawicki@pollub.pl

Statistical Editor Redaktor statystyczny

Ewa ŁAZUKA

Lublin University of Technology, Lublin, Poland
e.lazuka@pollub.pl

EDITORIAL OFFICE REDAKCJA

Redakcja czasopisma

Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska

Katedra Elektroniki i Technik

Informacyjnych

Politechnika Lubelska

ul. Nadbystrzycka 38A, 20-618 Lublin

tel. +48 81 53 84 309

iapgos@pollub.pl

www.e-iapgos.pl

iapgos.pollub.pl

ph.pollub.pl/index.php/iapgos

PUBLISHER WYDAWCA

Politechnika Lubelska

ul. Nadbystrzycka 38D

20-618 Lublin

tel. +48 81 53 84 100

www.pollub.pl

ph.pollub.pl

EDITORIAL BOARD KOMITET REDAKCYJNY

Editor-in-Chief Redaktor naczelny

Paweł KOMADA

Lublin University of Technology, Lublin, Poland
p.komada@pollub.pl

Topical Editors Redaktorzy działowi

Electrical Engineering

Elektrotechnika

Jan SIKORA

Research and Development Center Netrix S.A.,
Lublin, Poland sik59@wp.pl

Computer Science

Informatyka

Dominik SANKOWSKI

Lodz University of Technology, Lodz, Poland
dsan@kis.p.lodz.pl

Electronics

Elektronika

Paweł FIALA

Brno University of Technology, Brno, Czech
Republic fialap@feec.vutbr.cz

Automatic

Automatyka

Waldemar WÓJCİK

Lublin University of Technology, Lublin, Poland
waldemar.wojcik@pollub.pl

Environmental Engineering

Inżynieria środowiska

Lucjan PAWŁOWSKI

Lublin University of Technology, Lublin, Poland
l.pawlowski@pollub.pl

Mechtronics

Mechatronika

Krzysztof KLUSZCZYŃSKI

Cracow University of Technology, Cracow,
Poland krzysztof.kluszczyński@pk.edu.pl

INTERNATIONAL PROGRAMME COMMITTEE RADA PROGRAMOWO- NAUKOWA

Chairman Przewodniczący

Waldemar WÓJCİK

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Deputy of Chairman

Zastępca przewodniczącego

Jan SIKORA

Research and Development Center Netrix S.A.,
Lublin, Poland

Members Członkowie

Kazimierz ADAMIAK

University of Western Ontario, Ontario, Canada

Darya ALONTSEVA

D.Serikbaev East Kazakhstan State Technical
University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Shin-ichi AOQUI

Sojo University, Kumamoto, Japan

Javier BALLESTER

Universidad de Zaragoza, Saragossa, Spain

Yurii BOBALO

Lviv Polytechnic National University, Lviv,
Ukraine

Oleksy BORYSENKO

Department of Electronics and Computer
Technics, Sumy, Ukraine

Hartmut BRAUER

Technische Universität Ilmenau, Ilmenau,
Germany

Kathleen CURRAN

School of Medicine & Medical Science, Dublin,
Ireland

Milan DADO

University of Žilina, Žilina, Slovakia

Jarmila DEDKOVA

Brno University of Technology, Brno, Czech
Republic

Andrzej DEMENKO

Poznan University of Technology, Poznań,
Poland

Paweł FIALA

Brno University of Technology, Brno, Czech
Republic

Vladimir FIRAGO

Belarusian State University, Minsk, Belarus

Ryszard GOLEMAN

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Jan GÓRSKI

AGH University of Science and Technology,
Cracow, Poland

Stanisław GRATKOWSKI

West Pomeranian University of Technology
Szczecin, Szczecin, Poland

Antoni GRZANKA

Warsaw University of Technology, Warsaw,
Poland

Jeni HEINO

Helsinki University of Technology, Helsinki,
Finland

Oleksandra HOTRA

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Wojciech JARZYNA

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Mukhtar JUNISBEKOV

M.Kh. Dulaty Taraz State University, Taraz,
Kazakhstan

Piotr KACEJKO

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Krzysztof KLUSZCZYŃSKI

Cracow University of Technology, Cracow,
Poland

Grzegorz KŁOSOWSKI

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Yurii KRAKTaras Shevchenko National University of Kyiv,
Kiev, Ukraine**Piotr KSIĄŻEK**

Medical University of Lublin, Lublin, Poland

Piotr LESIAK

WSEI University, Lublin, Poland

Volodymyr LYTUVYENKOKherson National Technical University,
Kherson, Ukraine**Artur MEDVIED**

Riga Technical University, Riga, Latvia

Paweł MERGOMaria Curie-Skłodowska University, Lublin,
Poland**Zbigniew OMIOTEK**

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Andrzej NAFALSKIUniversity of South Australia, Adelaide,
Australia**Il Han PARK**

Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

Lucjan PAWŁOWSKI

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Sergey PAVLOVVinnytsia National Technical University,
Vinnytsia, Ukraine**Leonid POLISHCHUK**Vinnytsia National Technical University,
Vinnytsia, Ukraine**Denis PREMEL**

CEA Saclay, Gif-sur-Yvette, France

Jason RILEYThe Eunice Kennedy Shriver National Institute
of Child Health and Human Development,
Bethesda, USA**Ryszard ROSKOSZ**Gdańsk University of Technology, Gdańsk,
Poland**Tomasz RYMARCZYK**Research and Development Center Netrix S.A.,
Lublin, Poland**Dominik SANKOWSKI**

Lodz University of Technology, Lodz, Poland

Stanislav SLOSARCIK

Technical University of Kosice, Kosice, Slovakia

Jan SROKAWarsaw University of Technology, Warsaw,
Poland**Henryka Danuta STRYCZEWSKA**

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Batyrbek SULEMENOVKazakh National Research Technical University
after K.I.Satpayev, Almaty, Kazakhstan**Mirosław ŚWIERCZ**Białystok University of Technology, Białystok,
Poland**Stanisław TARASIEWICZ**

Université Laval, Quebec, Canada

Murielle TORREGROSSA

University of Strasbourg, Strasbourg, France

Sławomir TUMAŃSKIWarsaw University of Technology, Warsaw,
Poland**Oleksandr VASILEVSKYI**

University of Texas at Austin, Austin, USA

Andrzej WAC-WŁODARCZYK

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Zygmunt WARSZAIndustrial Research Institute for Automation and
Measurements, Warsaw, Poland**Sotoshi YAMADA**

Kanazawa University, Kanazawa, Japan

Xiaoyi YANG

Beihang University, Beijing, China

Mykola YERMOSHENKOInternational Academy of Information Sciences,
Kiev, Ukraine**Athanasios ZACHAROPOULOS**University College London, London, United
Kingdom**Ivan ZHARSKI**Belarusian National Technical University,
Minsk, Belarus**Cao ZHIHONG**Institute of Soil Science Chinese Academy
of Sciences, Nanjing, China**Paweł ŻUKOWSKI**

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

PRINTING HOUSE – DRUKARNIA

Drukarnia Abakus

ul. Perłowa 7, 55-200 Oława

<http://www.abakus-dtp.pl/>

nakład: 50 egzemplarzy

OTHER INFORMATION – INNE INFORMACJE

Czasopismo jest indeksowane w bazach:

DOAJ	doaj.org
BazTech	baztech.icm.edu.pl
IC Journals Master List	www.journals.indexcopernicus.com
Google Scholar	scholar.google.pl
POL-index	pbn.nauka.gov.pl
Sherpa RoMEO	www.sherpa.ac.uk
OAJI	oaji.net
SCOPUS	www.scopus.com
EBSCO	www.ebsco.com

Czasopismo *Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska* zostało objęte finansowaniem przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach programu *Wsparcie dla czasopism naukowych* w latach 2019-2020.

Czasopismo znajduje się w wykazie czasopism naukowych opublikowanym w Komunikacie Ministra Nauki z dnia 5 stycznia 2024 r. Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 200167 – przypisana liczba punktów przyznawanych za publikację artykułu – 20.

Zasady publikowania artykułów, przygotowania tekstów, zasady etyczne, procedura recenzowania, wykazy recenzentów oraz pełne teksty artykułów dostępne są na stronie internetowej czasopisma:

www.e-iapgpos.pl

W celu zwiększenia oddziaływania czasopisma w środowisku naukowym redakcja zaleca:

- w artykułach publikowanych w IAPGOS cytować artykuły z renomowanych czasopism międzynarodowych (szczególnie indeksowanych w bazach Web of Science oraz Scopus) używając oficjalnych skrótów nazw czasopism,
- w artykułach publikowanych w innych czasopismach (zwłaszcza indeksowanych w bazach Web of Science oraz Scopus) cytować prace publikowane w IAPGOS – zwłaszcza posługując się numerami DOI, np.:
Kluszczyński K. *Modelowanie – umiejętność czy sztuka?* *Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska* – IAPGOS, 1/2016, 4–15, <https://doi.org/10.5604/20830157.1193833>.

CONTENTS – SPIS TREŚCI

1. Yevhen Volodarskyi, Oleh Kozyr, Zygmunt L. Warsza Statistical reliability of decisions on controlled process faults Statystyczna wiarygodność decyzji o wadliwości kontrolowanego procesu	5	http://doi.org/10.35784/iapgos.7398
2. Volodymyr Rusyn, Andrii Samila, Bogdan Markovych, Aceng Sambas, Christos Skiadas, Milan Guzan Pulse chaotic generator based a classical Chua's circuit Impulsowy generator chaotyczny oparty na klasycznym obwodzie Chuy	10	http://doi.org/10.35784/iapgos.6703
3. Elvin Yusubov, Lala Bekirova Stability of metaheuristic PID controllers in photovoltaic dc microgrids Stabilność metaheurystycznych regulatorów PID w fotowoltaicznych mikrosieciach prądu stałego	15	http://doi.org/10.35784/iapgos.6410
4. Om Narayan Singh, Kaushik Dey Integrating numerical simulation and experimental data for enhanced structural health monitoring of bridges Integracja symulacji numerycznej i danych eksperymentalnych dla ulepszonego monitorowania stanu konstrukcji mostów	22	http://doi.org/10.35784/iapgos.6721
5. Larysa Gumeniuk, Ludmyla Markina, Viktor Satsyk, Pavlo Humeniuk, Anton Lashch Application of multi-agent programming for modeling the viscosity state of mash in alcohol production Zastosowanie programowania wieloagentowego do modelowania zmian lepkości wsadu w produkcji alkoholu	27	http://doi.org/10.35784/iapgos.6509
6. Piotr Dziurzański, Karol Kabala, Agnieszka Konrad A stochastic interval algebra for smart factory processes Stochastyczna algebra interwałowa opisująca procesy inteligentnej fabryki	33	http://doi.org/10.35784/iapgos.6555
7. Rangaswamy Balamurugan, Ramasamy Nithya Advancements in solar panel maintenance: a review of IoT-integrated automatic dust cleaning systems Rozwój w konserwacji paneli słonecznych: przegląd systemów automatycznego czyszczenia z kurzu opartych na Internecie rzeczy	39	http://doi.org/10.35784/iapgos.6614
8. Oleksandr Romanyuk, Volodymyr Lytvynenko, Yevhen Zavalniuk Modified cosine-quadratic reflectance model Zmodyfikowany cosinus-kwadratowy model odbicia światła	45	http://doi.org/10.35784/iapgos.7384
9. Huthaifa A. Al Issa, Mohamed Qawaqzeh, Lina Hani Hussienat, Ruslan Oksenyh, Oleksandr Miroshnyk, Oleksandr Moroz, Iryna Trunova, Volodymyr Pazyi, Serhii Halko, Taras Shchur Comparative analysis of lithium-iron-phosphate and sodium-ion energy storage devices Analiza porównawcza urządzeń do magazynowania energii z użyciem akumulatorów litowo-żelazowo-fosforanowych i sodowo-jonowych	49	http://doi.org/10.35784/iapgos.7045
10. Anatolii Tkachuk, Mykola Polishchuk, Liliia Polishchuk, Serhii Kostyuchko, Serhii Hryniuk, Konkevych Liudmyla Investigation of DC-AC converter with microcontroller control of inverter frequency Badania przetwornika DC-AC z mikrokontrolerem sterującym częstotliwością inwertera	55	http://doi.org/10.35784/iapgos.6984
11. Volodymyr Khoroshko, Yuliia Khokhlachova, Oleksandr Laptiev, Al-Dalvash Ablullah Fowad Mathematical apparatus for finding the optimal configuration secure communication network with a specified number of subscribers Aparat matematyczny do znajdowania optymalnej konfiguracji bezpiecznej sieci komunikacyjnej z określoną liczbą abonentów	62	http://doi.org/10.35784/iapgos.6406
12. Roman Kvyetnyy, Volodymyr Kotsiubynskyi, Serhii Husak, Yaroslav Movchan, Nataliia Dobrovol'ska, Sholpan Zhumagulova, Assel Aitkazina Critical cybersecurity aspects for improving enterprise digital infrastructure protection Krytyczne aspekty cyberbezpieczeństwa w celu poprawy ochrony infrastruktury cyfrowej przedsiębiorstwa	67	http://doi.org/10.35784/iapgos.6482
13. Dmytro Mogylevych, Iryna Kononova, Liudmyla Pogrebniak, Kostiantyn Lytvyn, Igor Gyrenko Modification of the Peterson algebraic decoder Modyfikacja algebraicznego dekodera Petersona	73	http://doi.org/10.35784/iapgos.6623
14. Oleksandr Turovsky, Nazarii Blazhennyi, Roman Vozniak, Yana Horbachova, Kostiantyn Horbacov, Nataliia Rudenko Development of a model for calculating the dilution of precision coefficients of the global navigation system at a given point in space Opracowanie modelu obliczania rozmycia współczynników precyzji globalnego systemu nawigacji w danym punkcie przestrzeni	79	http://doi.org/10.35784/iapgos.6401
15. Sobhana Mummaneni, Syama Sameera Gudipati, Satwik Panda LLM based expert AI agent for mission operation management Ekspert agenta AI z opcją LLM do zarządzania operacjami misji	88	http://doi.org/10.35784/iapgos.6694
16. Viktor Ivashko, Oleh Krulikovskiy, Serhii Haliuk, Andrii Samila Review of operating systems used in unmanned aerial vehicles Przegląd systemów operacyjnych stosowanych w bezzałogowych statkach powietrznych	95	http://doi.org/10.35784/iapgos.6786

17. Nurzhigit Smailov, Fatima Uralova, Rashida Kadyrova, Raiymbek Magazov, Akezhan Sabibolda Optimization of machine learning methods for de-anonymization in social networks Optymalizacja metod uczenia maszynowego do deanonimizacji w sieciach społecznościowych	101
http://doi.org/10.35784/iapgos.7098	
18. Ravi Kishan Surapaneni, Hameed Syed, Harshitha Kakarala, Venkata Sai Srikar Yaragudipati Robust deepfake detection using Long Short-Term Memory networks for video authentication Skuteczne wykrywanie deepfake'ów przy użyciu sieci Long Short-Term Memory do autentykacji wideo	105
http://doi.org/10.35784/iapgos.6777	
19. Mousumi Hasan, Mujiba Shaima, Quazi Saad ul Mosaher Regional trending topics mining from real time Twitter data for sentiment, context, network and temporal analysis Wykrywanie trendów regionalnych na podstawie danych z Twittera w czasie rzeczywistym w celu analizy nastrojów, kontekstu, sieci i czasu	109
http://doi.org/10.35784/iapgos.6478	
20. Khalid Musallam Alahmadi, Essam R. I. Mahmoud, Fitrian Imaduddin Model development to improve the predictive maintenance reliability of medical devices Opracowanie modelu poprawy niezawodności konserwacji zapobiegawczej urządzeń medycznych	117
http://doi.org/10.35784/iapgos.6459	
21. Vinod Kumar R S, Bushara A R, Abubeker K M, Smitha K M, Abini M A, Jubaira Mammoo, Bijesh Paul Explainable artificial intelligence for detecting lung cancer Wyjaśnialna sztuczna inteligencja do wykrywania raka płuc	125
http://doi.org/10.35784/iapgos.6626	
22. Omar Boutalaka, Achraf Benba, Sara Sandabad Design and implementation of a vein detection system for improved accuracy in blood sampling Projektowanie i wdrożenie systemu detekcji żył w celu zwiększenia dokładności pobierania krwi	131
http://doi.org/10.35784/iapgos.6759	
23. Ivan Diskovskyi, Yurii Kachurak, Orysa Syzon, Marta Kolishetska, Bogdan Pinaiev, Oksana Stoliarenko Metrological feature for determining the concentration of cholesterol, triglycerides, and phospholipids for psoriasis detection Cechy metrologiczne do określania stężenia cholesterolu, trójglicerydów i fosfolipidów w celu wykrywania łuszczycy	135
http://doi.org/10.35784/iapgos.7061	
24. Marko Andrushchenko, Karina Selivanova, Oleg Avrunin, Alla Kraievska, Orken Mamyrbayev, Kymbat Momynzhanova Development of a mobile application for testing fine motor skills disorders Opracowanie aplikacji mobilnej do badania zaburzeń motoryki precyzyjnej	139
http://doi.org/10.35784/iapgos.6470	
25. Marina Drushlyak, Tetiana Lukashova, Volodymyr Shamonin, Olena Semenikhina Artificial intelligence in education: ChatGPT-based simulations in teachers' preparation Sztuczna inteligencja w edukacji: symulacje oparte na ChatGPT w przygotowaniu nauczycieli	144
http://doi.org/10.35784/iapgos.6180	
26. Jihad Anwar Qadir, Samer Kais Jameel, Wshyar Omar Khudhur, Kamaran H. Manguri CKSD: Comprehensive Kurdish-Sorani Database CKSD: kompleksowa baza danych kurdyjsko-sorani	153
http://doi.org/10.35784/iapgos.6521	