

INFORMATYKA AUTOMATYKA POMIARY



www.e-IAPGOS.pl

W GOSPODARCE I OCHRONIE ŚRODOWISKA

ISSN 2083-0157

Kwartalnik Naukowo-Techniczny

XII International Conference on
Electromagnetic Devices and Processes in Ecology and Environment Protection
ELMECO-12



&

I Interdisciplinary Student-Doctoral Workshop
on Novel Electrotechnologies, Electronic Devices and Advanced Materials
for Engineering Applications WoTEAM-1



November 18-20, 2026

Faculty of Electrical Engineering and Computer Science,
Lublin University of Technology,
Nadbystrzycka 38A, 20-618 Lublin, Poland

intersec.org.pl/elmeco-woteam.html

3/2026

lipiec – wrzesień

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

Pavel 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

Editors
Redaktorzy

Żaklin GRĄDZ, Karolina SIEDLIŚKA
Lublin University of Technology, Lublin, Poland
z.gradz@pollub.pl, k.siedliska@pollub.pl

EDITORIAL OFFICE REDAKCJA

**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

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

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

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

Mykhailo BEZUGLYI

National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
Kyiv, Ukraine

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

Pavel 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

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 KRAK

Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Kiev, Ukraine

Piotr KSIĄŻEK

Medical University of Lublin, Lublin, Poland

Piotr LESIAK

WSEI University, Lublin, Poland

Volodymyr LYTUVYENKO

Kherson National Technical University,
Kherson, Ukraine

Artur MEDVIED

Riga Technical University, Riga, Latvia

Paweł MERGO

Maria Curie-Skłodowska University, Lublin,
Poland

Joanna MICHAŁOWSKA

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Andrzej NAFALSKI

University of South Australia, Adelaide,
Australia

Zbigniew OMIOTEK

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Il Han PARK

Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

Lucjan PAWŁOWSKI

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Sergey PAVLOV

Vinnitsia National Technical University,
Vinnitsia, Ukraine

Leonid POLISHCHUK

Vinnitsia National Technical University,
Vinnitsia, Ukraine

Denis PREMEL

CEA Saclay, Gif-sur-Yvette, France

Jason RILEY

The 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 SROKA

Warsaw University of Technology, Warsaw,
Poland

Henryka Danuta STRYCZEWSKA

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Batyrbek SULEMENOV

Kazakh 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

Ślawomir TUMAŃSKI

Warsaw University of Technology, Warsaw,
Poland

Oleksandr VASILEVSKYI

University of Texas at Austin, Austin, USA

Andrzej WAC-WŁODARCZYK

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Zygmunt WARSZA

Industrial Research Institute for Automation and
Measurements, Warsaw, Poland

Sotshi YAMADA

Kanazawa University, Kanazawa, Japan

Xiaoyi YANG

Beihang University, Beijing, China

Mykola YERMOSHENKO

International 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

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:**

Arianta	arianta.pl	Google Scholar	scholar.google.pl
BazTech	baztech.icm.edu.pl	IC Journals Master List	www.journals.indexcopernicus.com
Biblioteka Nauki	bibliotekanauki.pl	OAJI	oaji.net
Diamond DH	ddh.edch.eu	Open policy finder	openpolicyfinder.jisc.ac.uk
DOAJ	doaj.org	OUCI	ouci.dntb.gov.ua
EBSCO	www.ebsco.com	PBN/POL-index	pbn.nauka.gov.pl
		SCOPUS	www.scopus.com

Czasopismo *Informatyka, Automatyka, Pomiarzy 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-iapgos.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. (2016). Modelowanie – umiejętność czy sztuka? *Informatyka, Automatyka, Pomiarzy w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 6(1), 4–15. <https://doi.org/10.5604/20830157.1193833>

CONTENTS – SPIS TREŚCI

1. Abini M.A. Deep learning approach for automated skin cancer detection with comparative analysis of different batch sizes in dermatological image classification Podejście oparte na głębokim uczeniu do automatycznego wykrywania raka skóry z analizą porównawczą różnych wielkości partii w klasyfikacji obrazów dermatologicznych	5
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.8395	
2. Mahil Mammadov, Tural Mammadli Modelling and management principles of combined granulated feed production through information-analytical systems Modelowanie i zasady zarządzania produkcją pasz granulowanych mieszanych z wykorzystaniem systemów informacyjno-analitycznych	14
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.9223	
3. Ainur Rustemova, Maria Yukhymchuk, Vladyslav Lesko, Marat Orynbet, Yurii Ivanov An intelligent IoT-based automatic control system for energy-efficient grain drying Inteligentny system automatycznego sterowania oparty na technologii IoT do energetycznie efektywnego suszenia zboża	23
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.10089	
4. Lyudmila Samchuk, Yuliia Povstiana, Nataliia Lishchyna, Mykyta Ponomarenko Design and experimental validation of an IoT-RPA-based smart refrigerator inventory system Projekt i walidacja eksperymentalna inteligentnego systemu zarządzania zapasami w lodówce opartego na technologii IoT-RPA	31
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.9162	
5. Muhammad Ovais Akhter Intelligent soil monitoring system for sustainable agriculture using TinyML and ultra-low power wireless sensor networks Inteligentny system monitorowania gleby na rzecz zrównoważonego rolnictwa z wykorzystaniem TinyML i sieci czujników bezprzewodowych o bardzo niskim zużyciu energii.....	39
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.9467	
6. Larysa Gumeniuk, Volodymyr Lotysh, Pavlo Humeniuk Modelling the operation of a dynamic queue management system in supermarkets Modelowanie działania dynamicznego systemu zarządzania kolejkami w supermarketach.....	49
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.8292	
7. Nurzhigit Smailov, Ainur Kuttybayeva, Yerlan Tashtay, Zhandos Dosbayev, Aruzhan Nazarova, Beibarys Sekenov, Aida Serbayeva, Akezhhan Sabibolda Experimental validation of error compensation techniques for fibre-optic gyroscopes in semi-natural conditions Eksperymentalna walidacja metod kompensacji błędów żyroskopów światłowodowych w warunkach półnaturalnych	59
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.9044	
8. Yosyp Bilynsky, Andrii Stetsenko Simulation of the operation of a four-channel ultrasonic flowmeter with identical signal trajectories in acoustic channels Symulacja pracy czterokanałowego przepływomierza ultradźwiękowego o identycznych trajektoriach sygnału w kanałach akustycznych	64
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.8618	
9. Anatoliy Nester, Vadim Romanuke, Tetiana Yakovyshyna Etching line with integrated electrochemical regeneration for copper recovery and sludge reduction Linia do grawerowania z zintegrowaną regeneracją elektrochemiczną służącą do odzyskiwania miedzi i ograniczania ilości osadu.....	69
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.9145	
10. Andrii Pukach, Vasyl Teslyuk, Artem Kazarian Method for HCI users identification based on their "polyfactor portraits" of perception subjectivization of HCI object Metoda identyfikacji operatorów HCI w oparciu o ich "portrety wieloczynnikowe" subiektywizacji postrzegania obiektu HCI	77
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.8592	
11. Igor Khomenko, Ruslan Lozhkin, Andrii Shkrebela, Oleksandr Miroshnyk, Anatolii Sereda, Taras Shchur, Mariana Bohach Enhancing diagnostic systems for analysing and controlling operating modes in electrical distribution networks Udoskonalanie systemów diagnostycznych do analizy i sterowania trybami pracy w sieciach elektroenergetycznych	88
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.8220	
12. Volodymyr Horshkov, Nataliia Lishchyna, Andrii Yashchuk, Olena Syrynovuch, Valerii Lishchyna A modular monolith architecture for high-availability electric vehicle charging station management software Modułowa architektura monolityczna dla oprogramowania zarządzającego stacjami ładowania pojazdów elektrycznych o wysokiej dostępności.....	95
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.9029	
13. Kyrmyzy Taissariyeva, Kuanysh Muslimov, Gulim Jobalayeva, Ingkar Issakozhayeva, Zhansaya Ayapbergen Investigation of a multilevel inverter based on IGBT transistors for power supply of a tethered UAV with telemetry-based monitoring of power parameters Badanie wielopoziomowego falownika opartego na tranzystorach IGBT do zasilania bezzałogowego statku powietrznego na uwięzi z telemetrycznym monitorowaniem parametrów mocy.....	103
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.9112	
14. Ivan Marynych, Anton Makohonov Dynamic obstacle avoidance for UAVs using fuzzy logic control and neural network Dynamiczne omijanie przeszkód przez bezpilotowe statki powietrzne z wykorzystaniem sterowania opartego na logice rozmytej i sieci neuronowej	108
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.8270	
15. Oussama Sait, Mabrouk Khemliche, Samia Latreche, Belkacem Sait, Hamza Khemliche Hybrid simulation and experimental framework for real-time fault detection in PV boost converters using fuzzy logic and LoRa connectivity Hybrydowa platforma symulacyjno-eksperymentalna do wykrywania usterek w czasie rzeczywistym w przetwornikach podwyższających napięcie w instalacjach fotowoltaicznych z wykorzystaniem logiki rozmytej i łączności LoRa	114
..... http://doi.org/10.35784/iapgos.9159	

16. **Ahmed Saidi, Abdelghani Draoui, Touhami Abdelouahed**
 Benchmarking machine learning algorithms for high-fidelity power forecasting in utility-scale PV plants
 Porównanie algorytmów uczenia maszynowego do wysoko precyzyjnego prognozowania mocy elektrowni fotowoltaicznych na skalę przemysłową123
<http://doi.org/10.35784/iapgos.8391>
17. **Olha Saliieva, Yurii Yaremchuk**
 Study of the dynamic variation in the security level of an information protection system
 Badanie dynamicznych zmian poziomu bezpieczeństwa systemu ochrony informacji.....129
<http://doi.org/10.35784/iapgos.8999>
18. **Volodymyr Rusyn, Petro Kindrachuk, Bogdan Markovych**
 A new hyperchaotic generator: circuit realization and analysis
 Nowy generator hiperchaotyczny: realizacja obwodu i analiza134
<http://doi.org/10.35784/iapgos.9107>
19. **Valentyn Sobchuk, Yurii Kravchenko, Mykhaylo Sharapov, Oleksandr Laptiev, Andrii Sobchuk**
 Strategies for ensuring functional stability of a complex sensor network based on the research of the dynamics of the behaviour of evolutionary equations
 Strategie zapewnienia funkcjonalnej stabilności złożonej sieci sensorowej na podstawie badań dynamiki zachowania równań ewolucyjnych139
<http://doi.org/10.35784/iapgos.8366>
20. **Olawejaju Peter Ayeoribe**
 Development of robust DVB-T2 OFDM transmission: BER assessment and channel impairment mitigation for reliable high-definition broadcasting
 Opracowanie odpornej transmisji DVB-T2 OFDM: ocena BER i ograniczanie zakłóceń kanałowych dla niezawodnej transmisji wysokiej rozdzielczości144
<http://doi.org/10.35784/iapgos.9004>
21. **Satya Sumanth Vanapalli, Rajesh Polepogu, Parish Venkata Kumar K, Vijayasankar Anumala, Vinodh Babu Panguluri, Lakshmi Narayana Jammula, Brahmaiah Madamanchi, Sravani Duvvu, Bhanusree Nanduri, Syam Sundar Musinala**
 Real-time network anomaly detection in O-RAN using deep learning on streaming big data
 Wykrywanie anomalii sieciowych w czasie rzeczywistym w O-RAN z wykorzystaniem głębokiego uczenia się na dużych danych przesyłanych strumieniowo.....150
<http://doi.org/10.35784/iapgos.8233>
22. **Bakhshali Bakhtiyarov, Aynur Jabiyeva, Ulkar Musavi**
 Technical predictive analysis of big data for Apache Spark-based resource planning
 Techniczna analiza predykcyjna dużych zbiorów danych do planowania zasobów w oparciu o Apache Spark159
<http://doi.org/10.35784/iapgos.8258>
23. **Semen Duvanov, Iryna Baranova**
 Conversion of voxel models into polygonal meshes with ensuring structural integrity and editability
 Konwersja modeli woksłowych na siatki poligonowe z zachowaniem integralności strukturalnej i możliwości edycji167
<http://doi.org/10.35784/iapgos.8479>
24. **Kamala Aliyeva**
 Fuzzy Delphi method for identifying key parameters in the optimization of intelligent control systems for oil refining processes
 Metoda fuzzy Delphi do identyfikacji kluczowych parametrów w optymalizacji inteligentnych systemów sterowania w procesach rafinacji ropy naftowej173
<http://doi.org/10.35784/iapgos.9026>
25. **Yurii Dreis, Oleh Harasymchuk**
 Method of determining the grounds for relating data to official information and the degree of restriction access "For official use"
 Metoda określania podstaw klasyfikacji danych jako informacji służbowych oraz stopnia ograniczenia dostępu "Do użytku służbowego"180
<http://doi.org/10.35784/iapgos.8501>
26. **Artem Kazarian, Vasyl Teslyuk, Andrii Pukach**
 Model and tools for content generation and publication based on large language models
 Model i narzędzia do tworzenia i publikowania treści w oparciu o duże modele językowe184
<http://doi.org/10.35784/iapgos.8512>
27. **Łukasz Sendekci, Sergiusz Skalski, Mariusz Dzieńkowski**
 Evaluation of the usability of web services with interactive maps
 Ocena użyteczności serwisów internetowych zawierających mapy interaktywne191
<http://doi.org/10.35784/iapgos.8277>
28. **Volodymyr Polishchuk, Vasyl Sehlianyk, Inna Polishchuk, Andrii Shafar**
 Fuzzy model for assessing digital security literacy across population groups with different social profiles
 Model rozmyty do oceny poziomu kompetencji w zakresie bezpieczeństwa cyfrowego w populacjach o różnych profilach społecznych198
<http://doi.org/10.35784/iapgos.9469>
29. **Aigul Moldakalykova, Maria Yukhymchuk, Gulzhan Kashaganova, Vladyslav Lesko, Yurii Ivanov, Natalia Sachaniuk-Kavets'ka**
 An intelligent module for productivity assessment of remote employees in working time monitoring systems
 Inteligentny moduł do oceny produktywności pracowników zdalnych w systemach monitorowania czasu pracy204
<http://doi.org/10.35784/iapgos.10138>
30. **Nurzhigit Smailov, Nursultan Kuldeyev, Akezhan Sabibolda, Raigul Ustemirova**
 Hybrid machine learning framework for forecasting and evaluating university rankings
 Hybrydowy model uczenia maszynowego do prognozowania i oceny rankingów uniwersytetów210
<http://doi.org/10.35784/iapgos.9534>