

**Institute of the Theory of Electrical  
Engineering, Measurement and Information Systems**

# **REPORT 2005**

**Department of Electrical Engineering  
Warsaw University of Technology**

**Warsaw University of Technology**  
**Institute of the Theory of Electrical  
Engineering, Measurement and Information Systems**

**ANNUAL REPORT OF SCIENTIFIC ACTIVITY  
IN 2005**

**WARSAW, 2005**

Warsaw University of Technology  
Institute of the Theory of Electrical Engineering  
Measurement and Information Systems  
pl. Politechniki 1  
00-661 Warsaw  
POLAND

Head of the Institute, prof. dr hab. Kazimierz MIKOŁAJUK  
Phone       (+48-22)-660-7235  
Fax,         (+48-22)-660-5642  
Email,       mik@iem.pw.edu.pl

## ACADEMIC STAFF,

### • Division of Theory of Electrical Engineering and Applied Informatics

**Prof. dr hab. Stanisław Osowski - Head of the Division** ([sto@iem.pw.edu.pl](mailto:sto@iem.pw.edu.pl)).

Prof. dr Stanisław Bolkowski ([bolkowski@iem.pw.edu.pl](mailto:bolkowski@iem.pw.edu.pl))

Prof. dr hab. Kazimierz Mikołajuk ([mikolajuk@iem.pw.edu.pl](mailto:mikolajuk@iem.pw.edu.pl))

Prof. dr hab. Andrzej Cichocki <sup>1</sup>([cia@brain.riken.go.jp](mailto:cia@brain.riken.go.jp))

Prof. dr hab. Zdzisław Trzaska ([trzaska@iem.pw.edu.pl](mailto:trzaska@iem.pw.edu.pl))

Prof. dr hab. Jan Sikora ([sikora@iem.pw.edu.pl](mailto:sikora@iem.pw.edu.pl))

Prof. dr hab. Stanisław Wincenciak ([wincenciak@iem.pw.edu.pl](mailto:wincenciak@iem.pw.edu.pl))

Prof. dr hab. Stanisław Krzeminski ([krzeminski@iem.pw.edu.pl](mailto:krzeminski@iem.pw.edu.pl))

Dr hab. Jan Sroka<sup>2</sup> ([sroka@iem.pw.edu.pl](mailto:sroka@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Wiesław Brociek ([brociek@iem.pw.edu.pl](mailto:brociek@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Stefan Filipowicz ([s.filipowicz@iem.pw.edu.pl](mailto:s.filipowicz@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Zygmunt Filipowicz ([z.filipowicz@iem.pw.edu.pl](mailto:z.filipowicz@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Tadeusz Karwat ([karwat@iem.pw.edu.pl](mailto:karwat@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Jacek Korytkowski ([korytkowski@iem.pw.edu.pl](mailto:korytkowski@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Jacek Starzyński ([starzynski@iem.pw.edu.pl](mailto:starzynski@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Maciej Stodolski ([stodolski@iem.pw.edu.pl](mailto:stodolski@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Krzysztof Siwek ([ksiwek@iem.pw.edu.pl](mailto:ksiwek@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Michał Śmiałek, ([smialek@iem.pw.edu.pl](mailto:smialek@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Bartosz Sawicki ([sawickib@iem.pw.edu.pl](mailto:sawickib@iem.pw.edu.pl))

Mgr inż. Robert Szmurło ([robert@iem.pw.edu.pl](mailto:robert@iem.pw.edu.pl))

Mgr inż. Tomasz Markiewicz ([markiewt@iem.pw.edu.pl](mailto:markiewt@iem.pw.edu.pl))

Mgr inż. Andrzej Tobała ([tobola@iem.pw.edu.pl](mailto:tobola@iem.pw.edu.pl))

---

<sup>1</sup> at present with FRP RIKEN, Laboratory of Physical and Chemical Research, Japan

<sup>2</sup> at present with Schaffner Elektronik, Luterbach, Switzerland

## ▪ **Division of Measurement and Information Systems**

Prof. dr hab. Jacek Czajewski - Head of the Division ([czajewski@iem.pw.edu.pl](mailto:czajewski@iem.pw.edu.pl))

Prof. dr hab. Sławomir Tumański ([tumanski@iem.pw.edu.pl](mailto:tumanski@iem.pw.edu.pl))

Prof. dr hab. inż. Andrzej Michalski ([michalski@iem.pw.edu.pl](mailto:michalski@iem.pw.edu.pl))

Prof. dr hab. inż. Remigiusz Rak ([rak@iem.pw.edu.pl](mailto:rak@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Andrzej Kalicki ([kalicki@iem.pw.edu.pl](mailto:kalicki@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Eugeniusz Misiuk ([misiuk@iem.pw.edu.pl](mailto:misiuk@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Bogdan Moeschke ([moeschke@iem.pw.edu.pl](mailto:moeschke@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Jerzy Olędzki ([oledzki@iem.pw.edu.pl](mailto:oledzki@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Dariusz Sawicki ([sawicki@iem.pw.edu.pl](mailto:sawicki@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Zbigniew Staroszczyk ([staroszczyk@iem.pw.edu.pl](mailto:staroszczyk@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Tadeusz Świdorski ([swiderski@iem.pw.edu.pl](mailto:swiderski@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Tomasz Winek ([winek@iem.pw.edu.pl](mailto:winek@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Andrzej Majkowski ([majkowski@iem.pw.edu.pl](mailto:majkowski@iem.pw.edu.pl))

Dr inż. Łukasz Oskwarek ([oskwarek@iem.pw.edu.pl](mailto:oskwarek@iem.pw.edu.pl))

Mgr inż. Adam Jósko ([jada@iem.pw.edu.pl](mailto:jada@iem.pw.edu.pl))

Mgr inż. Marcin Godziemba-Maliszewski ([godziemba@iem.pw.edu.pl](mailto:godziemba@iem.pw.edu.pl))

Mgr inż. Łukasz Makowski ([makowski@iem.pw.edu.pl](mailto:makowski@iem.pw.edu.pl))

# SCIENTIFIC ACTIVITY OF THE INSTITUTE

## 1. OPTIMIZATION, INVERSE PROBLEMS AND BIOEFFECTS IN ELECTROMAGNETIC FIELD

- S. Wincenciak, J. Sikora, J. Starzyński, J. Korytkowski, B. Sawicki, R. Szmurło, P. Rowiński, M. Chojnowski

Problem of analysis of electromagnetic fields, problem oriented language for field analysis; nonstandard elements and open boundary problems for finite element method; various magnetic formulations for biomedical applications; pre- and postprocessing for data and results (visual presentation including animation); electric thermal coupled fields and eddy current problems (3D). Synthesis, efficient techniques for sensitivity analysis; the optimization algorithms for nonlinear problems; identification of source functions and boundary conditions (application for electroencephalography); optimal shape design; material derivative approach for optimal shape design; material structure identification. Computer modeling of the bio-effects of electromagnetic fields on the human body; simulation of magnetic and electrical stimulation of the brain.

## 2. OPTICAL, ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY AND EEG

- J. Sikora, S. Filipowicz, Z. Filipowicz, K. Nita, T. Grzywacz, P. Wieleba

Application of the Boundary Element Method (BEM), Finite Element Method (FEM) and FEM/BEM hybrid method to create an effective forward numerical model in the presence of non-scattering regions within a strongly scattering ambient. In practice, the cavities filled with cerebrospinal fluids in the human brain are such a regions. When the cavity is completely non-scattering and of the same refractive index as the surrounding diffusive material, one appropriate model is the radiosity-diffusion model. In mammography (optical or impedance) a still unsolved problem of the mathematical model of the breast are the boundary conditions at the chest wall which have a big impact on the quality of the image. A possible strategy for this condition is to use infinite boundary elements (BEM coupled with FEM) to model the asymptotic behavior of the light outside the breast area being imaged. This could also have an application in modeling the body beneath the level of the head for brain imaging. A special attention is devoted to the signal dimensionality reduction. We are also interested in the image construction methods in EIT and also the methods of identification (or maybe more precisely localization) of internal sources in EEG. A novel method of identification rely on blind separation of measured signals in case of more than one internal source will be considered.

## 3. MATHEMATICAL MODELS DESCRIBING THE INTERACTION OF THE COUPLED FIELDS ON CONTINUOUS MEDIA

- S. Krzemiński, M. Śmiałek, A. Iwańska

Constitutive modeling of the interaction of the electromagnetic fields and moving electrodynamic media, methods of homogenization of nonuniform structures, analysis of the interaction of the electromagnetic fields and mobile non-Newtonian, electrically conducting

fluids moving in the channels of the peristaltic walls, problems of magneto- and electrodynamic flows. Mathematical model of MHD shock wave propagation.

#### 4. SYNTHESIS AND OPTIMIZATION OF POWER ELECTRONIC CIRCUITS

- K. Mikołajuk, Z. Filipowicz, A. Tobała

Synthesis of passive switching circuits, theory of LC switching one-ports and two-ports, creation of new thyristor and transistor switching structures, particularly DC-DC converters, power electronic harmonic compensators, optimization of harmonic reduction in electrical power system, optimal placements of compensators, combinatorial optimization methods - simulated annealing algorithms, Boltzman machines, signal processing oriented on the measurements in electronic power systems, wavelet approximation.

#### 5. RESEARCH IN THE AREA OF NEURAL NETWORKS

- S. Osowski, A. Cichocki, K. Siwek, T. Markiewicz, B. Świdorski, A. Wiliński, J. Kurek, J. Kruk

Study of the properties and applications of neural networks (n.n.) of MLP, SVM and RBF type, development of new learning rules; application of n.n. in synthesis and design of electrical circuits, location of faults, predictive properties of neural networks - application to load prediction of power electro-energetic system. Self-organizing neural networks of Kohonen type and their applications. Neuro-fuzzy systems - study of self-organizing and supervised learning rules and application in identification and prediction. Blind separation and deconvolution of signals - development of new effective learning rules and its applications. PCA neural networks - learning algorithms and applications. Support Vector Machines (SVM) networks for classification and regression. Biomedical signal processing, arrhythmia recognition on the basis of ECG, EEG signal processing for epilepsy recognition and prediction, recognition and classification of blood cells in myelogenous leukemia on the basis of bone marrow aspirate, data mining of biomedical signals, ensemble of classifiers.

#### 6. STUDY OF SINGULAR MULTIVARIABLE AND PARAMETER DISTRIBUTED SYSTEMS - DIRECT AND INVERSE PROBLEMS

- Z. Trzaska

Effective algorithms and computational procedures for analysis, synthesis, identification and design of singular dynamical multivariable systems; analysis and design of manipulators; studies of systems with distributed parameters; cryogenic systems, fault diagnostic systems, geometrical approaches to dynamical system problems, electrical car drives; fundamentals and applications of the Fibonacci hyperbolic trigonometry and Fibonacci polynomials; direct and inverse problem solutions for 2-D and N-D systems.

#### 7. SIMULATION OF POWER SYSTEM LOADED BY THE HIGH POWER NONLINEAR LOAD

- W. Brociek

Modeling of the elements of power system, interaction of the system and nonlinear load of quickly changing parameters (arc furnaces, traction substations), electromagnetic compatibility of the high power nonlinear load and power system in dynamic conditions, analysis of higher harmonics using simulation languages including PCNAP and PCSPICE, quality of the delivered energy under non-sinusoidal conditions.

## 8. SYNTHESIS AND IDENTIFICATION OF PARAMETERS OF THE CURRENT CIRCUIT OF THE IMPULSE PLASMA GENERATOR

- T. Karwat

Analytic and experimental investigation leading to the identification of the electrical parameters of the plasma generator, mathematical description of the plasma chamber, quality of the titanium nitride coating of the cutting instruments in the process of thermal - chemical treatment performed in the plasma chamber and its connection with the electrical parameters of the plasma. Magnetic shielding of physical objects.

## 9. RESEARCH IN THE AREA OF TEMPERATURE TRANSDUCERS OPTIMIZATION

- J. Czajewski

Development of new generation of temperature transducers based on wide range of sensors, metal resistors, semiconductor resistors thermo- couples, junction elements, microcomputer's method of linearization, simulation and hardware implementation.

## 10. RESEARCH IN THE AREA OF METHODS AND SYSTEMS FOR TESTING MAGNETIC MATERIALS

- S. Tumański, J. Olędzki, T. Winek

Parameter identification approach to magnetic material testing, adaptive techniques in testing magnetic materials, e.g. adaptive control of demagnetization, of measurement process, adaptive digital synthesis of magnetizing current waveform. Methods of identification of two- and three-terminal networks in the harmonic current circuits when model accuracy in a frequency range is specified, computer parameter identification supplemented with an automatic selection of a model structure of adequate accuracy. Sensors of magnetic fields, magnetic fields measurements, construction of magnetometers, measurements of power frequency magnetic and electric fields, nondestructive testing of electric steel sheets. Computer controlled measurement system of magnetic fields. Computer aided processing of measurement data.

## 11. MEASUREMENTS PROBLEMS IN TELECOMMUNICATION NETWORKS

- A. Kalicki

Investigating of effectiveness of measurement systems dedicated for telecommunication networks. Implementation of hardware and software in telecommunication networks measurements systems. Measurements of telecommunication networks quality.

## 12. RESEARCH IN THE AREA OF APPLICATION ON MIS STRUCTURES AS NONELECTRICAL QUANTITIES TRANSDUCERS

- B. Moeschke



Analysis of the relation between physical quantities, particularly mechanical and semiconductor materials, application of semiconductors, monocristalic and policristalic structures and p-n structures as non-electric quantities transducers, application of MIS-structures as non-electric quantities measurement transducers, experiments with selected structure, designing non-electric quantities transducer with MIS structure and joint-structure.

### 13. RESEARCH IN THE AREA OF FLOW MEASUREMENTS IN OPEN CHANNELS

- A. Michalski, M. Suproniuk, Ł. Makowski

Study of the features of electromagnetic method, development of new generation of electromagnetic flow meter dedicated for industrial open channels, optimization of primary transducer (coil, electrodes) based on the finite element idea and generalized Newton algorithm, designing small measurements systems based on one chip microcomputers. Measurement algorithms and signal processing for electromagnetic flow meters.

### 14. RESEARCH IN THE AREA OF HIGH RESOLUTION SPECTRAL ANALYSIS, CODING AND ESTIMATION

- Z. Staroszczyk, R. Rak, D. Sawicki, A. Majkowski, A. Jósko

Interpolating FFT methods for distorted signals measurements, power systems measurement and identifications, parametric spectral estimation of noisy signals, transfer function measurements, digital filters applications to high resolution spectral analysis, vector quantization of FFT spectrum, two dimensional spectrum/signal presentation.

### 15. VIRTUAL INSTRUMENTATION AND DISTRIBUTED MEASUREMENT SYSTEMS

- R. Rak, A. Majkowski, T. Winek, M. Godziemba-Maliszewski

Development and design of virtual instruments (VI) equipped with modern procedures of digital signal processing (FFT, Wavelets). Distributed virtual measurement systems, implementation of VI-s in Ethernet and/or Internet based measurement systems.

## II. PUBLICATIONS

The results of the scientific activity of the Institute of the Theory of Electrical Engineering and Electrical Measurements, Warsaw University of Technology have been published in 40 journal papers (19 in international journals of Philadelphian list and 21 in other, either national or international journals), and 80 contributions of the proceedings of the national (35) and international (45) conferences. Below there is a list of papers published in 2005 as well as list of books and book chapters published by the scientific staff of the Institute in the year 2005.

### 1. PAPERS IN SCIENTIFIC JOURNALS (alphabetical order)

#### ■ International journals of Philadelphian list

1. K. Brudzewski, S. Osowski, T. Markiewicz, J. Ulaczyk, Support Vector Machine for Recognition of Bio-products in Gasoline, *Lecture Notes on Computer Science*, vol. 3697, 2005, pp. 899-904
2. S. Choi, A. Cichocki, H. M. Park, S.-Y. Lee, Blind source separation and independent component analysis: A review, *Neural Information Processing - Letters and Reviews*, Vol. 6, No.1, pp.1-57, January 2005
3. A. Cichocki, S. L. Shishkin, T. Musha, Z. Leonowicz, T. Asada, T. Kurachi, EEG filtering based on blind source separation (BSS) for early detection of Alzheimer's disease, *Clinical Neurophysiology*, vol. 116, 2005, pp. 729–737
4. T. Hoya, T. Tanaka, A. Cichocki, T. Murakami, G. Hori, J. A. Chambers, Stereophonic Noise Reduction Using A Combined Sliding Subspace Projection and Adaptive Signal Enhancement, *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, Vol. 13, No. 3, pp. 309-320, May 2005
5. Jósko, R. Rak, Effective simulation of signals for Testing ECG Analyzer, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, June 2005, Vol.54, No 3, p. 1019 - 1024.
6. Y Li, A. Cichocki, J. Qin: Blind identification and deconvolution for noisy two-input two-output channels, *Lecture Notes in Computer Science*, 2005, vol. 3497, pp. 502–507, 2005, Springer
7. Marszałek W., Z. Trzaska, Singularity-Induced Bifurcations in Electrical Power Systems, *IEEE Transactions on Power Systems*, 2005, vol. 20, Nr 1, pp. 312-320
8. A. Michalski, J. Płomiński, Z. Watral, A new approach to the Essential Parameters of Revision hip Arthroplasty, *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, December 2005
9. S. Osowski. L. Tran Hoai, T. Markiewicz, Recognition of Heartbeats Using Support Vector Machine Networks – a Comparative Study, *Lecture Notes on Computer Science*, vol. 3697, 2005, pp. 637-642
10. S. Osowski, Matrix method of sensitivity computation of linear networks, *Electronics Letters*, 2005, vol. 41, pp. 115-116
11. J. Qin, Y. Li, A. Cichocki, ICA and committee machine-based algorithm for cursor control in a BCI system, *Lecture Notes in Computer Science*, ISSN 2005, vol. 3496, pp. 973–978, 2005, Springer
12. R. Rak, A. Michalski, Education in Instrumentation & Measurement - The Information and Communication Technology Trends, *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, June 2005, pp.61 - 69.
13. Z. Staroszczyk, A method for real-time, wide band identification of the source

- impedance in power systems, IEEE Trans. on Instr. and Measurement, vol. 54, Feb. 2005, pp. 377-385
14. M. Śmiałek, From User Stories to Code in One Day?, Lecture Notes in Computer Science, 2005, 3556, 38-47, Springer
  15. M. Śmiałek, J. Bojarski, W. Nowakowski, T. Straszak, Writing Coherent User Stories with Tool Support, Lecture Notes in Computer Science, 2005, 3556, 247-250, Springer
  16. M. Śmiałek, J. Bojarski, W. Nowakowski, T. Straszak, Scenario Construction Tool based on Extended UML Metamodel, Lecture Notes in Computer Science, 2005, 3713, 414-429, Springer
  17. L. Tran Hoai, S. Osowski, Integration of multiple classifiers for heart beat recognition, COMPEL, 2005, pp. 648-661
  18. Z. Trzaska, W. Marszałek, Optimal transformations of asymmetric elements in three-phase networks, European Transactions on Power Systems, 2005, vol.15, Nr 2, pp. 141-155
  19. F. Vialatte, A. Cichocki, G. Dreyfus, T. Musha, S. L. Shishkin, L. Gervais, Early Diagnosis of Alzheimer's Disease by Blind Source Separation, Time Frequency Representation, and Bump Modeling of EEG Signals, Lecture Notes on Computer Science, vol. 2005, pp. 683-692

## Other journals

1. W. Brociek, R. Wilanowicz, Estymacja wyższych harmonicznycch i migotania napięcia w stacji transformatorowej zasilającej odbiornik nieliniowy z 12-pulsowym przełącznikiem, Przegląd Elektrotechniczny, z. 2, 2005, pp. 29-32
2. A. Cichocki, S. Osowski, K. Siwek, Comparisons of prewhitening algorithms of noisy signals, Przegląd Elektrotechniczny, z. 2, 2005, ss. 22-25
3. S. Filipowicz, EEG localization of the internal generators with the aid of 3D boundary element method, Przegląd Elektrotechniczny, R. LXXXI z. 2, 2005, pp. 40-43
4. S. Kwiczak K. Mikołajuk, Obliczanie harmonicznycch prądu na podstawie przebiegów napięcia, Przegląd Elektrotechniczny, z. 2, 2005, pp. 70-73
5. Ł. Oskwarek, Ocena metrologiczna wielkości mierzonych i odtwarzanych w tomografii impedancyjnej, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Elektryka, zeszyt nr 195 (Mat. Sympozjum nt. Metrologiczne Właściwości Programowanych Przetworników Pomiarowych), Gliwice 2005, str. 197-208
6. R. Rak, A. Majkowski, M. Godziemba-Maliszewski, Analiza porównawcza struktur laboratorium wirtualnego, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Elektryka z.195/2005, str. 221-232.
7. J. Sikora, S. Filipowicz., Z. Filipowicz, K. Nita, Nonlocal Boundary Conditions in 2D Regions with Clear Layer Gap, Przegląd Elektrotechniczny, R. LXXXI z. 2, 2005, pp. 103-106
8. J. Sikora, S. Filipowicz., Zajac R, Identyfikacja niejednorodnych obiektów przestrzennych przy zastosowaniu tomografii impedancyjnej, Elektro-Info, Nr 11, 2005, pp. 34-37
9. R. Szmurło, B. Sawicki, J. Starzyński, S. Wincenciak: Realistic Simulation of ECT Electrodes, Przegląd Elektrotechniczny, z. 2, 2005
10. P. Rowiński, J. Starzyński, S. Wincenciak: "Object Oriented Design of Field Analysis Translator", Computer Applications in Electrical Engineering - Edited by Ryszard Nawrowski, Poznań University of Technology, Published by ALWERS, Poznań 2005, pp: 102-120

11. B. Sawicki, R. Szmurło, J. Starzyński, S. Wincenciak, T. Zyss: Porównanie wyników symulacji terapii EW i TMS dla rzeczywistych parametrów urządzeń stymulujących, , Przegląd Elektrotechniczny, z. 12, 2005, ss. 31-34
12. D. Sawicki, Symulacja odbicia światła od powierzchni odbłyśnika pokrytego fakturą makroskopową, Przegląd Elektrotechniczny, Vol. 81, Nr 7-8, 2005, ss.46-49.
13. D. Sawicki, Simulation of the light point figure of headlight with a thermal model of light source, Archives of Electrical Engineering, Vol.LIV, No. 2, 2005, pp.183-192
14. D. Sawicki, Matrix representation of light source position, Archives of Electrical Engineering, Vol.LIV, No.1, 2005, pp. 71-82.
15. M. Śmiałek, Accommodating Informality with Necessary Precision in Use Case Scenarios, Journal of Object Technology, 2005, 4, 59-67, ETH Zurych
16. M. Śmiałek, M. Seligowski, Combined Teaching of Intelligent Building Design and Component Programming, Przegląd Elektrotechniczny, z. 2, 2005, ss. 26-29
17. Z. Trzaska, A new approach to shaping one-period energies of dynamical systems operating in non-sinusoidal states, Archives of Electrical Engineering, Vol, LIV, Nr 3, 2005, pp. 269-291
18. Z. Trzaska “ Drgania w obwodzie Chua’y jako kompendium zjawisk chaotycznych, Przegląd Elektrotechniczny, R. LXXXI, Nr 6, 2005, ss.25- 32
19. Z. Trzaska Eksplozyjna kompresja strumienia magnetycznego w układzie z generacją intensywnego pulsu elektromagnetycznego Wiadomości Elektrotechniczne, Vol. LXXIII, 2005, Nr 11, ss. 24-27
20. S. Tumański, New Design of the Magnetising Circuit for 2-D testing of Electrical Steel, Przegląd Elektrotechniczny, 2005, Nr. 5 , s. 32-34
21. S. Tumański, Application of the Magnetoresistive Effect in Measurements, Elektronika, 2005, Nr. 9, s. 49-52

## 2. CONFERENCE PROCEEDINGS REPORTS,

### ▪ International conferences recognized by KBN

1. S. Baranowski, S. Tumański – Comparison of Various Methods of the Control of Flux Density Waveform, 17 Soft Magnetic Materials Conference, 7-9 wrzesień 2005, Bratysława, Materiały konferencyjne – s.56
2. P. Berowski, K. Nita, J. Sikora, S. Wójtowicz, S. Filipowicz, Experimental results of determining moisture area of the wall by 3D EIT, Pilzno, Czech Republik, AMTE, 12-14 Sep. 2005, pp. C01-C06
3. P. Berowski, K. Nita, J. Sikora, S. Wójtowicz, S. Filipowicz, The method of determining moisture area of the wall by 3D EIT, ISTET’05, Lwów Ukraina, 3-6 July 2005, pp. 19-23.
4. P. Berowski, S. Filipowicz., J. Sikora, S. Wójtowicz, Dehumification of the wall process monitoring using 3D EIT system, COMPUMAG ’05, China 25-30 June 2005, pp. II 166-167.
5. P. Berowski, J. Sikora, S. Filipowicz, Determining location of moisture area of the wall by 3d electrical impedance tomography, 4<sup>th</sup> World Congress on Industrial Process Tomography, Aizu, Japan, 2005, pp. 214-220
6. A. Cichocki, Blind source separation: New tools for extraction of source signals and denoising, in Proceedings of SPIE, Vol. 5818, pp. 11-24, Special Session: Independent Component Analyses, Wavelets, Unsupervised Smart Sensors, and Neural Networks III, edited by Harold H. Szu, (SPIE, Bellingham, WA, 2005) ·

7. W. Liu, D. P. Mandic, A. Cichocki, A class of blind source separation algorithms based on a linear prediction. in Proceedings of International Symposium Circuits and Systems, ISCAS-2005, Kobe, May 2005, pp 3599-3602.
8. F. Vialatte, A. Cichocki, G. Dreyfus, T. Musha, T. Rutkowski, R. Gervais, Blind source separation and sparse bump modelling of time frequency representation of EEG signals: New tools for early detection of Alzheimer's disease, Proceedings of the 2005 IEEE Signal Processing Society Workshop on Machine Learning for Signal Processing, MLSP2005, Mystic CT, USA, September 2005, pp. 27-32
9. S. Filipowicz., K. Nita, J. Sikora, Linear and nonlinear constraints in precise localization of the active generators in the 3d space, 28-th International Conference on Fundamentals of Electrotechnics and Circuit Theory, Gliwice-Ustroń, May 11-14, 2005, pp. 95-98
10. S. Filipowicz, EEG problem solution with the aid of 3D boundary element method, COMPUMAG '05 China, 25-30 June 2005, pp. III 16-17.
11. F. Ilnicki, S. Tumański, Defects of the DNA Microarrays Hybridisation Picture – Classification and Methods of Elimination, Paper P12-7, International Symposium on Interdisciplinary Electromagnetic, Mechanic and Biomedical Problems, 112-14 wrzesień 2005, Badgastein (Austria)
12. T. Karwat, Investigation of anisotropy influence, of the multilayer real electromagnetic screens, on ability to concentrate magnetic field, Proceedings of the XIII. International Symposium of Theoretical Electrical Engineering, 4-7. July. 2005. pp. 46-48.
13. S. Kwiczak, K. Mikołajuk, Algorytm dwukrokowy estymacji harmonicznego prądu w układach trójfazowych, IC-SPETO 2005, Gliwice-Ustroń 11-14.05.2005, pp. 285-288
14. Majkowski A., R. Rak, M. Godziemba Maliszewski, Denoising based on wavelet and PCA signal compression, IEEE International Workshop on Intelligent Signal Processing, Faro, Portugal, September, 2005, Mat. w wersji electron.: ISBN 0-7803-90-31-8
15. T. Markiewicz, S. Osowski, B. Mariańska, L. Moszczyński, Automatic Recognition of the Blood Cells of Myelogenous Leukemia Using SVM , IJCNN Montreal, 2005, pp. 2496-2501
16. T. Markiewicz, S. Osowski, OLS Versus SVM Approach to Learning of RBF Networks, IJCNN Montreal, 2005, pp. 1051-1056
17. A. Michalski, J. Jakubowski, Some New Aspects of Bipolar Excitation in the Field of Electromagnetic Flow Measurement for Open Channels, Proceedings of the 22th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Ottawa, Ontario, Canada, May 17 –19,. 2005, vol. I pp. 437 – 440.
18. A. Michalski, M. Suproniuk, Some aspects of signal conditioning for electromagnetic flowmeter for open channels, Proceedings of the 22th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Ottawa, Ontario, Canada, May 17 –19,. 2005, vol. I pp. 644 – 647.
19. K. Mikołajuk, S. Kwiczak, The Reference Signal for Parallel Harmonic Compensation, ISTET'05, July 4-7, Lviv, Ukraine, pp.240-243
20. K. Nita, S. Filipowicz., J. Sikora, R. Szmurło, P. Berowski, Source location in 3D space using optimization with linear and nonlinear constraints, ISTET'05, Lwów Ukraina, 3-6 July 2005, pp. 63-67.
21. K. Nita, S. Filipowicz, J. Sikora, P. Berowski, Dipole Localization in 3D Space for Electroencephalography, Pilzno, Czech Republik, AMTE, 12-14 Sep. 2005, pp. A41-A47

22. S. Osowski, R. Szczepański, R. Siroiód, Algorytmy genetyczne i ewolucyjne w syntezie filtrów analogowych, Int. Conference on Fundamentals of Electrotechnics and Circuit Theory (SPETO), 2005, pp. 355-358
23. R. Rak, ICT in Instrumentation and Measurement - the Publishing Side, 2005 IEEE International Conference On Virtual Environments Human-Computer Interfaces and Measurement Systems – VECIMS'2005, Sicily, Italy, 18-20 July 2005, mat. w wersji electron.
24. B. Sawicki, J. Starzyński, S. Wincenciak, Numerical Model of Magnetic Stimulation with Metal Implants, COMPUMAG, vol 4, pp. 98-99, Shenyang, China 2005
25. B. Sawicki, J. Starzyński, S. Wincenciak: Modelling of Human Body with Metal Implant Exposed to the Magnetic Field, Int. Workshop on ELECTROMAGNETIC FIELDS IN THE WORKPLACE, pp. S5-13, 5-7 Sept. 2005, Warszawa, Poland
26. D. Sawicki, Light Point Figure of a Headlight with the Macroscopic Texture Reflector, LIGHT 2005 16th International Conference, Hotel Grand Jasna – Nizke Tatry, Slovakia, October 19-21, 2005, pp. 198-204.
27. D. Sawicki, Estimation of the Light Source Position on the Basis of the Light Point Figure, ISPA 2005 IEEE 4th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis, Zagreb, Croatia, September 15-17, 2005, pp.462-467.
28. D. Sawicki, M. Jelicz, The Light point figure of a headlight simulation using photon mapping, LEON 2005 CIE International Lighting Congress, Leon, Spain, May 18-20, 2005, CD pp.834-843.
29. J. Starzyński, R. Szmurło, B. Dawidowicz, J. Kijanowski, B. Sawicki, S. Wincenciak, Optimal Location for EIT with Distributed Genetic Optimizer, AMTEE'05 - International Conference on Advanced Methods in The Theory of Electrical Engineering, Applied to power systems, pp.129-134, September 12-14, 2005, Pilsno, Czech Republic
30. K. Siwek, P. Majka, A. Wołosz, J. Marcinek, Prognozowanie obciążeń elektroenergetycznych podstacji trakcyjnych przy użyciu sieci neuronowych typu MLP, IC-SPETO 2005, Ustroń 2005, pp. 529-532
31. K. Siwek, S. Osowski, R. Szupiluk, P. Wojewnik, T. Ząbkowski, Blind Source Separation for Improved Load Forecasting in the Power System, IEEE Conf. ECCTD 2005, Cork
32. K. Siwek, S. Osowski, J. Kurek, Ensemble neural network approach to the load forecasting in the power system, Int. IEEE Conf. ISTET, Lwów, 2005, pp. 380-383
33. J. Sikora, S. Filipowicz., Z. Filipowicz, A Galerkin formulation of two-dimensional boundary element method for modeling the diffuse optical tomography, 28-th International Conference on Fundamentals of Electrotechnics and Circuit Theory, Gliwice-Ustroń, May 11-14, 2005, pp. 15-18
34. J. Starzyński, R. Szmurło, B. Sawicki, S. Wincenciak, Distributed Evolutionary Algorithm for Optimization in Electromagnetics, COMPUMAG, vol 1, pp. 144-145, China 2005
35. M. Stasiak, J. Sikora, S. Filipowicz, The comparison of two measurement protocols in 3d electrical impedance tomography, 28-th International Conference on Fundamentals of Electrotechnics and Circuit Theory, Gliwice-Ustroń, May 11-14, 2005, pp. 273-276
36. M. Stasiak, J. Sikora, S. Filipowicz, Boundary Element Method application defined for multi-region in 3D Electrical Impedance Tomography, ISTET'05, Lwów Ukraina, 3-6 July 2005, pp. 93-97.
37. M. Stasiak, J. Sikora, S. Filipowicz, K. Nita, Boundary element method for multi-region and princypal component analysis applied to electrical impedance tomography problems, COMPUMAG '05, China 25-30 June 2005, pp. I 202-204.

38. M. Stasiak, J. Sikora, S. Filipowicz, K. Nita, Principle component analysis and neural network method for the solution to the inverse problem in EIT, 4<sup>th</sup> World Congress on Industrial Process Tomography, Aizu, Japan, 2005, pp. 714-720
39. R. Szmurło, B. Sawicki, J. Starzyński, S. Wincenciak, A Comparison of Two Models of Electrodes for ECT Simulations, COMPUMAG, vol. 2, pp. 186-187, Shenyang, China 2005
40. R. Szmurło, J. Starzyński, B. Sawicki, S. Wincenciak: Simulation of electrodes applied to human head for electroshock therapy, AMTEE'05 - International Conference on Advanced Methods in The Theory of Electrical Engineering, Applied to power systems, pp.135-140, September 12-14, 2005, Pilsno, Czech Republic
41. R. Szupiluk, P. Wojewnik, T. Ząbkowski, K. Siwek, „Metody ślepej separacji sygnałów oraz algorytmy segmentacji w analizie danych”, IC-SPETO 2005, Ustroń 2005, pp. 505-508
42. R. Szupiluk, P. Wojewnik, T. Ząbkowski, K. Siwek, The nonlinear decorrelation for Independent Component Analysis with  $\alpha$ -stable distributions, XIII International Symposium On Theoretical Electrical Engineering Istet'05, Lviv 2005
43. B. Świdorski, S. Osowski, A. Rysz, Lyapunov Exponent of EEG Signal for Epileptic Seizure Characterization, IEEE Conf. ECCTD 2005, Cork
44. Z. Trzaska, Implicit and parametric representations of energy hysteresis loops in periodic non-harmonic states of dynamical systems, Proceedings: XIII International Symposium on Theoretical Electrical Engineering, ISTET'05, Lviv, Ukraina, July 4-7, 2005, pp. 312-315
45. A. Zacharopoulos, S. Arridge, O. Dorn, V. Kolehmainen, J. Sikora, 3D Shape Reconstruction In Optical Tomography Using Spherical Harmonics and BEM. Int. Conference on Numerical Methods, Reading, UK, Aug. 2005.

- **National conferences recognized by KBN**

1. P. Berowski, S. Filipowicz, K. Nita, Zastosowanie dyskretnej transformaty falkowej w metodzie elementów brzegowych dla środowisk niejednorodnych, XV PZTE, Zastosowania elektromagnetyzmu w nowoczesnych technikach i informatyce, Ciechocinek 1-3.09.2005, pp. 65-67, pp. 39-41.
2. W. Brociek, R. Wilanowicz, Ocena korelacji między wybranymi parametrami jakości energii elektrycznej w układach nieliniowych, XXVIII Międzynarodowa konferencja z podstaw elektrotechniki i teorii obwodów (IC-SPETO), Gliwice-Ustroń, 2005, pp. 325-328
3. G. Brodziński, T. Winek, *Zastosowanie transformaty falkowej do eliminacji zakłóceń sygnału pomiarowego na przykładzie EKG*. XXXVII MIĘDZYUCZELNIANA KONFERENCJA METROLOGÓW. Zielona Góra 5 ÷ 7 września 2005 r.
4. S. Filipowicz, Ślepa separacja sygnałów w lokalizacji źródeł prądowych w fantomie 3D, Seminarium Tomografii Mazowieckiego Centrum Zawansowanych Technologii, Łądek Zdrój, April 12-14, 2005
5. S. Filipowicz, Systemy i układy zasilania w tomografii przemysłowej, Konferencja MCZT, Serock July 21-22, 2005.
6. S. Filipowicz, Zastosowanie BSS w lokalizacji dipoli prądowych w ośrodku niejednorodnym, Konferencja MCZT, Serock July 21-22, 2005.
7. S. Filipowicz, K. Nita, J. Sikora, Zastosowanie metody elementów brzegowych dla środowisk niejednorodnych przy lokalizacji źródeł prądu techniką EEG, XV PZTE, Zastosowania elektromagnetyzmu w nowoczesnych technikach i informatyce, Ciechocinek 1-3.09.2005.

8. S. Filipowicz, K. Nita, J. Sikora, Wielowarstwowy model głowy w lokalizacji aktywnych źródeł w postaci dipoli prądowych, Konferencja PZTE, Biomagnetyzm – teoria i praktyka, Zalesie k/Krakowa, Dec.12-14, 2005
9. M. Godziemba-Maliszewski, B. Galwas, R. Rak, Platforma Moodle jako narzędzie zdalnej edukacji, Krajowa Konferencja Naukowa – Technologie Internetowe w Zarządzaniu i Biznesie TIZIB'05, Łódź 2005, str. 80-85.
10. A. Jósko, Symulacje przebiegów elektrokardiograficznych XXXVII Międzyuczelniana Konferencja Metrologów Zielona Góra, 5 - 7 września 2005 r. str.159-166.
11. A. Kwiatkowska, G. Brodowski, S. Filipowicz, Z. Filipowicz, J. Sikora, Efektywna metoda wyznaczania całek osobliwych w Galerkinie Metodzie Elementów Brzegowych, ZKwE, Poznań, April 18-20, 2005, pp. 75-76
12. A. Michalski, Ł. Makowski, Z. Staroszczyk, Problemy wykorzystania komputera przemysłowego do obsługi procesów współbieżnych w przepływomierzu elektromagnetycznym, MWK Waplewo 2005, materiały konferencyjne, tom II str 233 – 240
13. A. Michalski, J. Sienkiewicz, Z. Watral, Laboratoryjny przepływomierz elektromagnetyczny dla kanałów otwartych, MWK Waplewo 2005, materiały konferencyjne, tom III ss. 103 - 110
14. A. Michalski J. Jakubowski, M. Suproniuk, Wybrane zagadnienia cyfrowego przetwarzania sygnałów pomiarowych z przepływomierza elektromagnetycznego, MWK Waplewo 2005, materiały konferencyjne, tom III str 111 – 116.
15. K. Nita, S. Filipowicz, J. Sikora, Wpływ ograniczeń nieliniowych na dokładność lokalizacji autonomicznych źródeł w obiektach 3D, ZKwE, Poznań, April 18-20, 2005, ss. 85-86
16. Ł. Oskwarek, Badania modelu wielopunktowego systemu pomiarowego w warunkach dynamicznych, Materiały VII Szkoły-Konferencji Metrologii Wspomaganej Komputerowo MWK'2005, Waplewo, 17-20.05.2005, tom II, ss. 203–210
17. P. Płonecki, J. Starzyński, S. Wincenciak: Principles of optimal shape design with artificial neural networks, IC-SPETO, vol 2, pp533-536, Ustroń 2005
18. R. Rak, Falkowa analiza sygnałów pomiarowych – Wykład: VII Szkoła Konferencja Metrologia Wspomagana Komputerowo, MWK – 2005, Waplewo, str. 9-56.
19. R. Rak, B. Galwas, S. Nowak, Technologia informacyjna w edukacji, Krajowa Konferencja Naukowa – Technologie Internetowe w Zarządzaniu i Biznesie TIZIB'05, Łódź 2005, str. 9-25.
20. R. Rak, M. Godziemba-Maliszewski, A. Majkowski, Wirtualne laboratorium jako element współczesnego modelu kształcenia, XIII Konferencja Sieci i Systemy Informatyczne, Łódź, 2004, str. 679-696
21. B. Sawicki, J. Starzyński, R. Szmurło, S. Wincenciak, T. Zyss, Numeryczne aspekty porównania terapii elektrowstrząsowej i przezczaszkowej stymulacji magnetycznej, Zastosowanie Komputerów w Elektrotechnice, Poznań 2005
22. B. Sawicki, J. Starzyński, R. Szmurło, S. Wincenciak, Coulomb Gauging in non-homogeneous domain, IC-SPETO, vol 1, pp99-102, Ustroń 2005
23. B. Sawicki, J. Starzyński, R. Szmurło, S. Wincenciak, T. Zyss: Numeryczne porównanie terapii elektrowstrząsowej i przezczaszkowej stymulacji magnetycznej, XV Jubileuszowe Sympozjum PTZE, pp. 23-25, 1-3 września 2005, Ciechocinek
24. B. Sawicki, R. Szmurło, J. Starzyński, S. Wincenciak, T. Zyss, Jak silna może być stymulacja magnetyczna?, Spotkanie robocze PTZE, 12-14 grudzień 2005, Zalesie k. Krakowa



25. D. Sawicki, Zastosowanie techniki mapowania nierówności do symulacji odbicia światła od powierzchni odbłyśnika pokrytego fakturą makroskopową, XIV Krajowa Konferencja Technika Świetlna '2005, Warszawa 1-3 czerwca 2005, ss.220-228.
26. D. Sawicki, Zastosowanie metody śledzenia promieni do określenia położenia źródła światła reflektora, PES-5 V Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna Postępy w Elektrotechnice Stosowanej. Zakopane-Kościelisko, 20-24 czerwca 2005, ss.285-292.
27. D. Sawicki, M. Jelicz, Zastosowanie mapowania fotonowego do symulacji figury jasnych punktów reflektora, ZKwE'2005 X Konferencja Naukowo-Techniczna Zastosowania Komputerów w Elektrotechnice. Poznań 18 - 20 kwietnia 2005, ss.361-362.
28. Z. Staroszczyk, Power system source impedance time variant model identification - simulations, EPQU 2005, 8th Int. Conf. Electrical Power Quality and Utilisation, Sept. 21-23, 2005, Cracow, Poland, CD edition, ref. nb 0035
29. Z. Staroszczyk, Przyrząd do pomiaru i identyfikacji harmonicznnych i impedancji sieci elektrycznej w paśmie 0-10 kHz, referat na Seminarium Elektrotechnika, Elektronika i Energetyka EEE-2005, org. Instytut Elektrotechniki, Mazowieckie Centrum Zaawansowanych Technologii, Jastrzębia Góra, 17-19.05.2005, oprac. wewnętrzne IE
30. R. Szmurło, B. Sawicki, J. Starzyński, S. Wincenciak: Anistropy of skull bone in ECT simulations, IC-SPETO, vol 1, pp103-106, Ustroń 2005
31. R. Szmurło, J. Starzyński, B. Sawicki, S. Wincenciak, H. Bakardjian: Lead-field matrices based on FEM in EEG source imaging, Spotkanie robocze PTZE, 12-14 grudzień 2005, Zalesie k. Krakowa
32. M. Stasiak, J. Sikora, S. Filipowicz, Zastosowanie analizy składowych głównych w tomografii impedancyjnej, Konferencja PZTE, Biomagnetyzm – teoria i praktyka, Zalesie k/Krakowa, Dec.12-14, 2005
33. Z. Trzaska Struktura i podstawowe właściwości elektromagnetycznej bomby: E-bomby, Materiały: Postępy w Elektrotechnice Stosowanej, PES-5, Zakopane-Kościelisko, 20-24 czerwiec, 2005, T.II, ss. 269-276
34. Z. Trzaska Analiza odporności systemu elektroenergetycznego na atak terrorystyczny XI Ogólnopolskie Forum Odnawialnych Źródeł Energii –2005, Warszawa, 28-30 XI 2005, ss. 189-198
35. S. Zimny, T. Winek, Praktyczna realizacja algorytmu szybkiego splotu na procesorze sygnałowym. X Konferencja ZASTOSOWANIA KOMPUTERÓW W ELEKTROTECHNICE, Poznań 18 ÷ 20 kwietnia 2005 r.

#### ▪ Patents

1. S. Filipowicz, A.Cichocki, J. Sikora, *Fantom symulujący rozkład pola elektrycznego w badanym obiekcie metodą elektroencefalografii*, Biuletyn Urzędu Patentowego, Nr 6 (815), 2005, pp. 100-101

### 1. THE BOOKS AND BOOK CHAPTERS IN 2004

1. S. Filipowicz, Diagnostyka obiektów niejednorodnych metodami tomografii impedancyjnej i elektroencefalografii, Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej, OWPW, Warszawa, 2005
2. S. F. Filipowicz, Lokalizacja aktywnych źródeł w fantomie głowy metodą MEB, pp. 33-45, (rozd. w książce, Krawczyk A., Wyszowska J. red, Pole elektromagnetyczne w biosferze CIOP, PIB), Warszawa 2005
3. M. Pilawski, T. Winek, Pracownia elektryczna. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne. Warszawa 2005

4. J. Starzyński, J. Sikora, S. Filipowicz, S. Wincenciak. Laboratorium pola, OWPW, Warszawa, 2005
5. M. Śmiałek, Zrozumieć UML 2.0. Metody modelowania obiektowego, Helion, 2005
6. M. Śmiałek, A. Kardas, Model Management Based on a Visual Transformation Language, in, K. Zieliński, T. Szmuc, (ed.), Software engineering - evolution and emerging technologies, 2005, 341-352, IOS Press

### **III. KBN GRANTS**

1. Projekt badawczy KBN Nr 4T10A 00123, Nowe generacje sztucznych sieci neuronowych do zadań klasyfikacji i regresji, Czas trwania 2002-2005, Kierownik projektu – prof. S. Osowski
2. Projekt badawczy KBN Nr 3T10A 006 26, Wykorzystanie hybrydowych metod symulacji do rozwiązywania zagadnień odwrotnych pola elektromagnetycznego, Czas trwania 2004-2006, Kierownik projektu – prof. S. Wincenciak
3. Projekt badawczy KBN Nr 3T10A 060 26, Sieci neuronowe SVM w zastosowaniu do klasyfikacji obrazów szpiku kostnego, Czas trwania 2004 – 2006, Grant promotorski mgr inż. T. Markiewicza (prof. S. Osowski)
4. Projekt zamawiany PW004/ITE/08/2005 „Technologie i metody zmniejszania uciążliwości ekologicznej przemysłowych procesów wytwarzania oraz eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych”, czas trwania 2005 – 2007, kierownik prof. A. Michalski
5. Projekt zamawiany PW004/ITE/07/2005 „Metoda diagnostyki maszyn i urządzeń elektrycznych przy zastosowaniu sztucznych sieci neuronowych”, czas trwania 2005 – 2007, kierownik prof. S. Osowski
6. Projekt badawczy KBN Nr 3T10A 002 28, Zaawansowane metody obliczeniowe pola elektromagnetycznego w diagnostyce medycznej”, czas trwania 2005 – 2008, kierownik prof. J. Sikora
7. Projekt badawczy KBN Nr 3T10A 018 27, „Krótkoterminowe prognozowanie zapotrzebowania godzinowego na energię elektryczną przy zastosowaniu dekompozycji wielowymiarowych, czas trwania 2004 - 2007 kierownik dr K. Siwek

### **IV. PHD DISSERTATIONS**

1. Stefan Filipowicz, Diagnostyka niejednorodnych obiektów przestrzennych metodami tomografii impedancyjnej i elektroencefalografii, rozprawa habilitacyjna, Politechnika Warszawska
2. Tadeusz Bewszko, Wielokryterialna analiza zasilania w energię odbiorcy komunalno-bytowego, 19.01.2005, rozprawa doktorska Politechnika Rzeszowska (promotor prof. Z. Trzaska)
3. Filip Ilnicki – Metody analizy sygnału wyjściowego biosensorów stosowanych do badania DNA, rozprawa doktorska Politechnika Warszawska, (promotor prof. S. Tumański)

## **V. INTERNATIONAL COOPERATION**

1. Socrates project, Cooperation with Germany, Finland, France, England, Belgium, Italy.
2. Cooperation with Lvov Technical University (Ukraine)
3. St. Petersburg State Polytechnic University (Russia)
4. Moscow Power Electrical Engineering Institute (Russia)