

ISSN 1727-6209 (Print)
ISSN 2312-5381 (Online)

**RESEARCH INSTITUTE FOR INTELLIGENT COMPUTER SYSTEMS
TERNOPIIL NATIONAL ECONOMIC UNIVERSITY
IN COOPERATION WITH
V.M. GLUSHKOV INSTITUTE FOR CYBERNETICS,
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, UKRAINE**



International Journal of

Computing

Published since 2002

June 2015, Volume 14, Issue 2



Ternopil – 2015

International Journal of Computing

June 2015, Vol. 14, Issue 2

Research Institute for Intelligent Computer Systems, Ternopil National Economic University

Editorial Board

EDITOR-IN-CHIEF

Anatoly Sachenko

Ternopil National Economic University,
Ukraine

EXECUTIVE EDITOR

Volodymyr O. Turchenko

University of Lethbridge, Canada

ASSOCIATE EDITORS

Robert Hiromoto

University of Idaho, USA

Volodymyr Kochan

Ternopil National Economic University,
Ukraine

INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD MEMBERS

Plamenka Borovska

Technical University of Sofia, Bulgaria

Kent A. Chamberlin

University of New Hampshire, USA

Dominique Dallet

University of Bordeaux, France

Pasquale Daponte

University of Sannio, Italy

Mykola Dyvak

Ternopil National Economic University,
Ukraine

Richard J. Duro

University of La Coruña, Spain

Vladimir Golovko

Brest State Polytechnical University,
Belarus

Sergei Gorlatch

University of Muenster, Germany

Lucio Grandinetti

University of Calabria, Italy

Domenico Grimaldi

University of Calabria, Italy

Uwe Großmann

Dortmund University of Applied Sciences
and Arts, Germany

Halit Eren

Curtin University of Technology,
Australia

Vladimir Haasz

Czech Technical University, Czech
Republic

Orest Ivakhiv

Lviv Polytechnic National University,
Ukraine

Zdravko Karakehayov

Technical University of Sofia, Bulgaria

Mykola Karpinskyy

University of Bielsko-Biala, Poland

Yury Kolokolov

UGRA State University, Russia

Theodore Laopoulos

Thessaloniki Aristotle University, Greece

Fernando López Peña

University of La Coruña, Spain

Kurosh Madani

Paris XII University, France

George Markowsky

University of Maine, USA

Richard Messner

University of New Hampshire, USA

Vladimir Oleshchuk

University of Agder, Norway

Oleksandr Palahin

V.M.Glushkov Institute of Cybernetics,
Ukraine

José Miguel Costa Dias Pereira

Polytechnic Institute of Setúbal, Portugal

Dana Petcu

Western University of Timisoara,
Romania

Vincenzo Piuri

University of Milan, Italy

Peter Reusch

University of Applied Sciences, Germany

Andrzej Rucinski

University of New Hampshire, USA

Bohdan Rusyn

Physical and Mechanical Institute of
Ukrainian NASU, Ukraine

Jürgen Sieck

HTW – University of Applied Sciences
Berlin, Germany

Axel Sikora

University of Applied Sciences
Offenburg, Germany

Rimvydas Simutis

Kaunas University of Technology,
Lithuania

Tarek M. Sobh

University of Bridgeport, USA

Wieslaw Winiacki

Warsaw University of Technology,
Poland

Janusz Zalewski

Florida Gulf Coast University, USA

Address of the Editorial Board

Research Institute for Intelligent Computer Systems
Ternopil National Economic University
3, Peremoga Square
Ternopil, 46020, Ukraine

Phone: +380 (352) 47-5050 ext. 12234
Fax: +380 (352) 47-5053 (24 hours)
computing@computingonline.net
computer.journal@gmail.com
www.computingonline.net

ISSN 1727-6209 (Print)
ISSN 2312-5381 (Online)

НДІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
У СПІВПРАЦІ
З ІНСТИТУТОМ КІБЕРНЕТИКИ ІМ. В.М. ГЛУШКОВА,
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ



Міжнародний журнал

Комп'ютинг

Видається з 2002 року

Червень 2015, Том 14, Випуск 2

Постановою президії ВАК України № 1-05/3 від 14 квітня 2010 року міжнародний журнал "Комп'ютинг" віднесено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук

Тернопіль – 2015



Міжнародний журнал “Комп’ютинг”

Червень 2015, том 14, випуск 2

НДІ інтелектуальних комп’ютерних систем, Тернопільський національний економічний університет
Зареєстрований Міністерством юстиції України. Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу
масової інформації – серія KB №17050-5820ПР від 15.07.2010.

Друкується за постановою вченої ради ТНЕУ, протокол № 8 від 10 червня 2015 року

Редакційна колегія

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Анатолій Саченко
Тернопільський національний
економічний університет, Україна

ВИКОНАВЧИЙ РЕДАКТОР

Volodymyr O. Turchenko
University of Lethbridge, Canada

ЧЛЕНИ РЕДКОЛЕГІЇ

Robert Hiromoto
University of Idaho, USA

Володимир Кочан
Тернопільський національний
економічний університет, Україна

ЧЛЕНИ МІЖНАРОДНОЇ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ

Микола Дивак
Тернопільський національний
економічний університет, Україна

Орест Івахів
Національний університет “Львівська
політехніка”, Україна

Олександр Палагін
Інститут кібернетики ім.
В.М. Глушкова НАНУ, Україна

Богдан Русин
Фізико-механічний інститут НАНУ,
Україна

Plamenka Borovska
Technical University of Sofia, Bulgaria

Kent A. Chamberlin
University of New Hampshire, USA

Dominique Dallet
University of Bordeaux, France

Pasquale Daponte
University of Sannio, Italy

Richard J. Duro
University of La Coruña, Spain

Vladimir Golovko
Brest State Polytechnical University,
Belarus

Sergei Gorlatch
University of Muenster, Germany

Lucio Grandinetti
University of Calabria, Italy

Domenico Grimaldi
University of Calabria, Italy

Uwe Großmann
Dortmund University of Applied
Sciences and Arts, Germany

Halit Eren
Curtin University of Technology,
Australia

Vladimir Haasz
Czech Technical University, Czech
Republic

Zdravko Karakehayov
Technical University of Sofia, Bulgaria

Mykola Karpinsky
University of Bielsko-Biala, Poland

Yury Kolokolov
UGRA State University, Russia

Theodore Laopoulos
Thessaloniki Aristotle University, Greece

Fernando López Peña
University of La Coruña, Spain

Kurosh Madani
Paris XII University, France

George Markowsky
University of Maine, USA

Richard Messner
University of New Hampshire, USA

Vladimir Oleshchuk
University of Agder, Norway

José Miguel Costa Dias Pereira
Polytechnic Institute of Setúbal, Portugal

Dana Petcu
Western University of Timisoara,
Romania

Vincenzo Piuri
University of Milan, Italy

Peter Reusch
University of Applied Sciences, Germany

Andrzej Rucinski
University of New Hampshire, USA

Jürgen Sieck
HTW – University of Applied Sciences
Berlin, Germany

Axel Sikora
University of Applied Sciences
Offenburg, Germany

Rimvydas Simutis
Kaunas University of Technology,
Lithuania

Tarek M. Sobh
University of Bridgeport, USA

Wiesław Winiecki
Warsaw University of Technology,
Poland

Janusz Zalewski
Florida Gulf Coast University, USA

Адреса редакції :

НДІ інтелектуальних комп’ютерних систем
Тернопільський національний економічний університет
площа Перемоги, 3
Тернопіль, 46020, Україна

Тел.: 0 (352) 47-50-50 внутр. 12234
Факс: 0 (352) 47-50-53
computing@computingonline.net
computer.journal@gmail.com
www.computingonline.net