

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

March 2017, Volume 16, Issue 1



Ternopil – 2017

International Journal of Computing

March 2017, Vol. 16, Issue 1

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 Karpinsky

University of Bielsko-Biala, Poland

Yury Kolokolov

UGRA State University, Russia

Yuriy Kondratenko

Petro Mohyla Black Sea National
University, Ukraine

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

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

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
computing.journal@gmail.com
www.computingonline.net

The Journal is currently indexed in the following databases:

Index Copernicus International	http://journals.indexcopernicus.com	Index Copernicus Value 77.32 points. Normalized Index Copernicus Value 7.41 points (2014)
Finnish publication forum	http://www.tsv.fi/julkaisufoorumi/haku.php?lang=en Search: ISSN 1727-6209	Level "1"
Norwegian Social Science Data Services	http://www.nsd.uib.no/nsd/english/index.html Search: ISSN 1727-6209	Level "1"
Google Scholar	https://scholar.google.com.ua/citations?hl=en&user=s-n_ZHIAAAAJ	h-index: 11 (All), 8 (Since 2012) i10-index: 12 (All), 5 (Since 2012)
Vernadsky National Library of Ukraine	http://nbuv.gov.ua	

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

березень 2017, Том 16, Випуск 1

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 – 2017

Міжнародний журнал “Комп’ютинг”

Березень 2017, том 16, випуск 41

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 № 4 від 22 грудня 2016 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

Юрій Кондратенко

Чорноморський національний
університет ім. Петра Могили

Олександр Палагін

Інститут кібернетики ім.

В.М. Глушкова 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

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 Winiński

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

computing.journal@gmail.com

www.computingonline.net

Міжнародний журнал Комп’ютинг індексується у наступних наукометричних базах:

Index Copernicus International	http://journals.indexcopernicus.com	Index Copernicus Value 77.32 points. Normalized Index Copernicus Value 7.41 points (2014)
Finnish publication forum	http://www.tsv.fi/julkaisufoorumi/haku.php?lang=en Пошук: ISSN 1727-6209	Рівень "1"
Norwegian Social Science Data Services	http://www.nsd.uib.no/nsd/english/index.html Пошук: ISSN 1727-6209	Рівень "1"
Google Scholar	https://scholar.google.com.ua/citations?hl=en&user=s-n_ZHIAAAAJ	h-index: 11 (All), 8 (Since 2012) i10-index: 12 (All), 5 (Since 2012)
Національна бібліотека України ім. В. Вернадського	http://nbuv.gov.ua	