

ISSN 2710-0766
DOI 10.31891/CSIT

THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

***COMPUTER SYSTEMS
AND INFORMATION
TECHNOLOGIES***

No 2-2021



МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

***КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ***

2021

COMPUTER SYSTEMS AND INFORMATION TECHNOLOGIES

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

Published since 2020 year

Four time a year

Khmelnitskyi, 2021, № 2 (4)

Establishers: Khmelnytskyi National University (Ukraine)

Associated establisher: Institute of Information Technologies (Slovakia)

National Library of Ukraine named after V.I.Vernadsky <http://nbuv.gov.ua/j-tit/csit>

The journal is included in scientometric databases:

Google Scholar <https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=HW1XpMsAAAAJ>

CrossRef <http://doi.org/10.31891/CSIT>

Editors **Hovorushchenko T.**, Doctor of engineering sciences, Professor, Head of the Department of Computer Engineering and Systems Programming Khmelnytskyi National University (Ukraine)

Head editorial board **Savenko, O.**, Doctor of engineering sciences, Professor of the Department of Computer Engineering and System Programming, Dean of the Faculty of Programming and Computer and Telecommunication Systems Khmelnytskyi National University (Ukraine)

Executive secretary **Lysenko S.**, Doctor of engineering sciences, Professor of Computer Engineering and System Programming Department, Khmelnytskyi National University (Ukraine)

Editorial board:

Hovorushchenko T., Doctor of engineering sciences (Khmelnitskyi, Ukraine), **Savenko O.**, Doctor of engineering sciences (Khmelnitskyi, Ukraine), **Barmak O.**, Doctor of engineering science (Khmelnitskyi, Ukraine), **Lysenko S.**, Doctor of engineering sciences (Khmelnitskyi, Ukraine), **Peter Popov**, PhD (London, Great Britain), **Piotr Gaj**, Dr hab inż (Gliwice, Poland), **Anatolii Gorbenko**, DrSc, Professor (Leeds, Great Britain), **Andrzej Kotyra**, Dr hab inż, Professor (Lublin, Poland), **Andrzej Kwiecień**, Dr hab inż, Professor (Gliwice, Poland), **George Markowsky**, PhD in Mathematics, Professor of Computer Science (Missouri, USA), **Sergii Babichev**, DrSc, Professor (Ústí nad Labem, Czech Republic), **Krak Iu.**, Doctor of mathematics and physics sciences (Kyiv, Ukraine), **Yatskiv V.**, Doctor of engineering sciences (Ternopil, Ukraine), **Pastukh O.**, Doctor of engineering sciences (Ternopil, Ukraine), **Romankevich V.**, Doctor of engineering sciences (Kyiv, Ukraine), **Sachenko A.**, Doctor of engineering sciences (Ternopil, Ukraine), **Korobchynskyi M.**, Doctor of engineering sciences (Kyiv, Ukraine), **Bisikalo O.**, Doctor of engineering sciences (Vinnytsia, Ukraine), **Maevsky D.**, Doctor of engineering sciences (Odesa, Ukraine), **Zharikova M.**, Doctor of engineering sciences (Kherson, Ukraine), **Sherstjuk V.**, Doctor of engineering sciences (Kherson, Ukraine), **Berezsky O.**, Doctor of engineering sciences (Ternopil, Ukraine), **Yakovyna V.**, Doctor of engineering sciences (Lviv, Ukraine), **Lupenko S.**, Doctor of engineering sciences (Ternopil, Ukraine), **Shilo G.**, Doctor of engineering sciences (Zaporizhzhya, Ukraine), **Bobrovnikova K.**, PhD (Khmelnitskyi, Ukraine), **Nicheporuk A.**, PhD (Khmelnitskyi, Ukraine), **Hnatchuk Y.**, PhD (Khmelnitskyi, Ukraine), **Medzaty D.**, PhD (Khmelnitskyi, Ukraine), **Perepelitsyn A.**, PhD (Kharkiv, Ukraine), **Illiashenko O.**, PhD (Kharkiv, Ukraine), **Izonin I.**, PhD (Lviv, Ukraine), **Horiashchenko S.**, PhD (Khmelnitskyi, Ukraine), **Boyarchuk A.**, PhD (Kharkiv, Ukraine), **Pavlova O.**, PhD (Khmelnitskyi, Ukraine).

Technical editor **Kravchik Yu**, PhD.

Recommended for publication by the decision of the Academic Council of Khmelnytskyi National University, protocol № 18 from 24.06.2021

Editorial board address: International scientific journal "Computer Systems and Information Technologies", Khmelnytskyi National University, Institutska str. 11, Khmelnytskyi, 29016, Ukraine

☎ (0382) 67-51-08

e-mail: csit.khnu@gmail.com

web: <http://csitjournal.khmn.edu.ua/>

http://lib.khnu.km.ua/csit_khnu.htm

Registered by the Ministry of Justice of Ukraine
Certificate of state registration of the print media
Series KB № 24512-14452P dated 20.07.2020

© Khmelnytskyi National University, 2021

© Editorial board "Computer Systems and Information Technologies", 2021

КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Засновано в 2020 р.

Виходить 4 рази на рік

Хмельницький, 2021, № 2 (4)

Засновник і видавець: Хмельницький національний університет (Україна)
Асоційований співзасновник: Інститут інформаційних технологій (Словаччина)

Наукова бібліотека України ім. В.І. Вернадського <http://nbuv.gov.ua/j-tit/csit>

Журнал включено до наукометричних баз:

Google Scholar <https://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=HW1XpMsAAAAJ>
CrossRef <http://doi.org/10.31891/CSIT>

Головний редактор Говорушенко Т. О., д. т. н., професор, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування Хмельницького національного університету
Заступник головного редактора. Голова редакційної колегії Савенко О. С., д. т. н., професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування, декан факультету програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем Хмельницького національного університету
Відповідальний секретар Лисенко С. М., д. т. н., доцент, професор кафедри комп'ютерної інженерії та системного програмування Хмельницького національного університету

Ч л е н и р е д к о л е г і ї

Говорушенко Т.О., д. т. н., Савенко О.С., д. т. н., Бармак О. В. д. т. н., Лисенко С.М. д. т. н., Пітер Попов, доктор філософії (Лондон, Велика Британія), Пьотр Гай, д. т. н. (Глівіце, Польща), Анатолій Горбенко, д. т. н. (Лідс, Велика Британія), Анджей Котира, д. т. н. (Люблін, Польща), Анджей Квечен, д. т. н. (Глівіце, Польща), Джордж Марковський, к. ф.-м. н. (Міссурі, США), Сергій Бабічев (Усті над Лабем, Чехія), Крак Ю.В. д. ф.-м. н., Яцків В. В. д. т. н., Пастух О.А., д. т. н., Романкевич В.О., д. т. н., Саченко А.О., д. т. н., Коробчинський М.В., д. т. н., Бісікало О.В., д. т. н., Масвський Д.А., д. т. н., Жарікова М.В., д. т. н., Шерстюк В.Г., д. т. н., Березький О.М., д. т. н., Яковина В.С., д. т. н., Лупенко С.А., д. т. н., Шило Г.М., д. т. н., Бобровнікова К.Ю., к. т. н., Нічепорук А.О., к. т. н., Гнатчук Є.Г., к. т. н., Медзятий Д.М., к. т. н., Перепелицин А.Є., к. т. н., Ілляшенко О.О., к. т. н., Ізонін І.В., к. т. н., Горященко С.Л., к. т. н., Боярчук А.В., к. т. н., Павлова О. О., доктор філософії.

Технічний редактор Кравчик Ю. В., к. е. н.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 18 від 24.06.2021

Адреса редакції: Україна, 29016,
м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11,
Хмельницький національний університет
редакція журналу "Комп'ютерні системи та інформаційні технології"
(0382) 67-51-08

e-mail: csit.khnu@gmail.com

web: <http://csitjournal.khmnu.edu.ua/>
http://lib.khnu.km.ua/csit_khnu.htm

Зареєстровано Міністерством юстиції України
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 24512-14452Р від 20 липня 2020 року

© Хмельницький національний університет, 2021
© Редакція журналу "Комп'ютерні системи та інформаційні технології", 2021