

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ВІСНИК**  
**ЧЕРКАСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО**  
**ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

*Науковий збірник*

**Том 30,**  
**№ 4. 2025**

**ЧЕРКАСИ**  
**2025**

ISSN: 2306-4412  
E-ISSN: 2708-6070

**Засновник і видавець:**

Черкаський державний технологічний університет

**Рік заснування: 1996**

*Рекомендовано до друку та поширення  
через мережу Інтернет Вченою радою  
Черкаського державного технологічного університету  
(протокол № 7 від 15 грудня 2025 р.)*

**Державна реєстрація:** Ідентифікатор медіа R30-04613.

Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення  
№ 1916, протокол № 17 (30.05.2024).

**Науковий збірник входить до переліку наукових фахових видань України**

Категорія «Б». Спеціальність:

технічні фізико-математичні (Наказ Міністерства освіти і науки України № 886 від 02.07.2020):  
113 Прикладна математика, 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123  
Комп'ютерна інженерія, 125 Кібербезпека та захист інформації,  
126 Інформаційні системи та технології, 131 Прикладна механіка, 132 Матеріалознавство,  
133 Галузеве машинобудування, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології,  
152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка,  
172 Телекомунікації та радіотехніка; технічні (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1188  
від 24.09.2020): 101 Екологія, 161 Хімічні технології та інженерія

**Науковий збірник представлено у міжнародних наукометричних базах даних,  
репозитаріях та пошукових системах:** Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Crossref,

Litmaps, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat,

J-Gate, Open Ukrainian Citation Index (OUCI),

Наукова періодика України, Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського (НБУВ),

Dimensions, UCSB Library, Google Академія, German Union Catalogue of Serials (ZDB),

Бібліотека Університету Осло, Бібліотека Університету Халла,

Бібліотека Лейпцизького університету (UBL), Бібліотека Кембриджського університету

**Адреса редакції:**

Черкаський державний технологічний університет

18006, бульв. Шевченка, 460, м. Черкаси, Україна

E-mail: [info@bulletin-chstu.com.ua](mailto:info@bulletin-chstu.com.ua)

<https://bulletin-chstu.com.ua/uk>

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
CHERKASY STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY



**BULLETIN**  
**OF CHERKASY STATE**  
**TECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

*Scientific Collection*

**Volume 30,**  
**No. 4. 2025**

CHERKASY  
2025

ISSN: 2306-4412  
E-ISSN: 2708-6070

**Founder and publisher:**

Cherkasy State Technological University

**Year of foundation: 1996**

*Recommended for printing and distribution  
via the Internet by the Academic Council  
of Cherkasy State Technological University  
(Minutes No. 7 of December 15, 2025)*

**State Registration:** Media identifier R30-04613.

Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine  
No. 1916, Minutes No. 17, dated 30.05.2024.

**The scientific collection is included in the list of Professional Scientific Publications of Ukraine**

Category "B". Specialties: technical, physical and mathematical (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 886 of 02.07.2020): 0541 Mathematics, 0612 Database and network design and administration, 0613 Software and applications development and analysis, 0714 Electronics and automation, 0715 Mechanics and metal trades, 0716 Motor vehicles, ships and aircraft, 0788 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving engineering, manufacturing and construction; technical (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 1188 of 24.09.2020): 0521 Environmental sciences, 0522 Natural environments and wildlife, 0711 Chemical engineering and processes

**The scientific collection is presented in the international scientometric databases, repositories and scientific systems:**

Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Crossref, Litmaps, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, J-Gate, Open Ukrainian Citation Index (OUCI), Scientific Periodicals of Ukraine, Vernadsky National Library of Ukraine (VNLU), Dimensions, UCSB Library, Google Scholar, German Union Catalogue of Serials (ZDB), University of Oslo Library, University of Hull Library, Leipzig University Library (UBL), Cambridge University Library

**Editors office address:**

Cherkasy State Technological University  
18006, 460 Shevchenko Blvd., Cherkasy, Ukraine  
E-mail: [info@bulletin-chstu.com.ua](mailto:info@bulletin-chstu.com.ua)  
<https://bulletin-chstu.com.ua/en>

## Редакційна колегія

**Головний редактор:**  
**Еміль Фауре**

Доктор технічних наук, професор кафедри інформаційної безпеки та комп'ютерної інженерії, проректор з науково-дослідної роботи та міжнародних зв'язків, Черкаський державний технологічний університет, Україна

**Заступник головного редактора**

**Джаміль Аль-Аззех**

Доктор філософії у галузі комп'ютерної інженерії, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії, Прикладний університет Аль-Балка, Йорданія

**Національні члени редколегії:**

**Володимир Артемчук**

Доктор технічних наук, старший науковий співробітник, Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова Національної академії наук України, Україна

**Юлія Бондаренко**

Кандидат технічних наук, професор, старший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Україна

**Вячеслав Ващенко**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізики, Черкаський державний технологічний університет, Україна

**Сергій Заболотній**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних технологій, Черкаський державний бізнес-коледж, Україна

**Валентина Лукашенко**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри робототехніки та спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський державний технологічний університет, Україна

**Максим Мусієнко**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій навчально-наукового інституту інформаційних та освітніх технологій Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, Україна

**Володимир Палагін**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки та інформаційно-телекомунікаційних систем, Черкаський державний технологічний університет, Україна

**Євген Федоров**

Доктор технічних наук, професор кафедри робототехніки та спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський державний технологічний університет, Україна

**Костянтин Базіло**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри приладобудування, мехатроніки та комп'ютеризованих технологій, Черкаський державний технологічний університет, Україна

**Наталія Бойко**

Кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри систем штучного інтелекту, Інститут комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», Україна

**Тетяна Нескородєва**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій, Уманський національний університет, Україна

**Міжнародні члени редколегії:**

**Казис Римантас Йонас**

Доктор технічних наук, професор, керівник Інституту ультразвуку, академік Академії наук Литви, Каунаський технологічний університет, Литва

**Максим Явіч**

Доктор філософії, професор, Кавказький університет, Грузія

**Томас Ганне**

Доктор філософії у галузі економіки, професор, професор інформаційних систем, Університет прикладних наук і мистецтв Північно-Західної Швейцарії, Швейцарія.

**Дженгіз Хакан Айдін**

Доктор філософії у галузі відкритої освіти, професор, Анатолійський університет, Туреччина

**Міжнародні члени редколегії:**

**Вітор А. Кунья**

Доктор філософії з комп'ютерної інженерії, дослідник Інституту телекомунікацій, Університет Авейру, Португалія

**Сір'є Віркус**

Доктор філософії у галузі інформаційних та комунікаційних досліджень, професор, професор інформаційних наук Школи цифрових технологій, Талліннський університет, Естонія

**Теро Вартяйнен**

Доктор філософії у галузі інформаційних систем, професор, професор факультету технологій та інновацій, Університет Вааса, Фінляндія

**Іцхак Авів**

Доктор філософії у галузі інженерії вимог до складних систем, асистент-професор Школи інформаційних систем, Академічний коледж Тель-Авіва-Яффо, Ізраїль

---

## Editorial Board

---

**Editor-in-Chief:****Emil Faure**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information Security and Computer Engineering, Vice-Rector for Research and International Relations, Cherkasy State Technological University, Ukraine

**Deputy Editor-in-Chief****Jamil Al Azzeh**

PhD in Computer Engineering, Professor, Professor of the Computer Engineering Department, Al-Balqa' Applied University, Jordan

**National Members of the Editorial Board:****Volodymyr Artemchuk**

Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, G.E. Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

**Iuliia Bondarenko**

PhD in Technical Sciences, Professor, Senior Researcher at the State Research Institute for Testing and Certification of Arms and Military Equipment, Ukraine

**Viacheslav Vashchenko**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Physics, Cherkasy State Technological University, Ukraine

**Serhii Zabolotnii**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Computer Engineering and Information Technologies, Cherkasy State Technological University, Ukraine

**Valentyna Lukashenko**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Robotics and Specialised Computer Systems, Cherkasy State Technological University, Ukraine

**Maksym Musienko**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies of the Educational and Research Institute of Information and Educational Technologies of Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Ukraine

**Volodymyr Palahin**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Radio Engineering and Information and Telecommunication Systems, Cherkasy State Technological University, Ukraine

**Eugene Fedorov**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Robotics and Specialised Computer Systems, Cherkasy State Technological University, Ukraine

**Kostiantyn Bazilo**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Instrumentation, Mechatronics and Computerised Technologies, Cherkasy State Technological University, Ukraine

**Nataliya Boyko**

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Artificial Intelligence Systems, Institute of Computer Science and Information Technologies, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

**Tetyana Neskorodyeva**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Technologies, Uman National University, Ukraine

**International Members of the Editorial Board:****Kažys Rymantas Jonas**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Ultrasound Institute, Academician of the Lithuanian Academy of Sciences, Kaunas University of Technology, Lithuania

**Maksim Iavich**

Doctor of Philosophy, Professor, Caucasus University, Georgia

**Thomas Hanne**

PhD in Economics, Professor, Professor of Information Systems, University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland, Switzerland

**Cengiz Hakan Aydın**

PhD in Open Education, Professor, Anadolu University, Turkey

**International Members of the Editorial Board:**

**Vitor A. Cunha**

PhD, Researcher at Institute of Telecommunications, University of Aveiro, Portugal

**Sirje Virkus**

PhD in Information and Communication Studies, Professor, Professor of Information Science, Tallinn University, Estonia

**Tero Vartiainen**

PhD in Information Systems, Professor, Professor at the Faculty of Technology and Innovation, University of Vaasa, Finland

**Itzhak Aviv**

PhD in Requirements Engineering of Complex Systems, Assistant Professor, Assistant Professor of the School of Information System, The Academic College of Tel Aviv-Yaffo, Israel