

**Ministry of Education and Science of Ukraine**  
**Lviv Polytechnic National University, UKRAINE**  
**IEEE Ukraine Section**  
**IEEE Ukraine Section (West) MTT/ED/AP/EP/SSC**  
**Societies Joint Chapter**



IEEE 2019 14th International Scientific and Technical Conference on  
Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)



**PROCEEDINGS**

17-20 September 2019  
Lviv, Ukraine

**Organized by:**

Institute of Computer Science and Information Technologies, Ukraine  
Technical University of Lodz Poland, Institute of Information Technologies, Poland  
IEEE Ukraine Section (West) MTT/ED/AP/EP/SSC Societies Joint Chapter

**Technical Co-Sponsors:**

Lviv Polytechnic National University  
IEEE Ukraine Section

2019 IEEE 14th International Scientific and Technical Conference on  
Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)

**PROCEEDINGS**

Part Number: CFP19D36-PRT  
ISBN: 978-1-7281-0806-3

Copyright and Reprint Permission: Abstracting is permitted with credit to the source. Libraries are permitted to photocopy beyond the limit of U.S. copyright law for private use of patrons those articles in this volume that carry a code at the bottom of the first page, provided the per-copy fee indicated in the code is paid through Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923. For reprint or republication permission, email to IEEE Copyrights Manager at [pubs-permissions@ieee.org](mailto:pubs-permissions@ieee.org).

**All rights reserved. Copyright ©2019 by IEEE.**

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Українська секція IEEE  
Західноукраїнський об'єднаний осередок IEEE



**IEEE**



**IEEE**  
UKRAINE SECTION

Матеріали  
XIV-ої Міжнародної науково-технічної конференції

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА  
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
CSIT 2019



17-20 вересня 2019  
Львів, Україна

УДК 004  
ББК 32.965.3  
П279

**Організатори конференції:**

Національний університет «Львівська політехніка», Україна  
Інститут комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Лодзький технічний університет, інститут інформаційних технологій, Польща  
Західноукраїнський об'єднаний осередок IEEE

**Organized by:**

Lviv Polytechnic National University, Ukraine  
Institute of Computer Science and Information Technologies  
Technical University of Lodz Poland, Institute of Information Technologies, Poland  
IEEE Ukraine Section (West) MTT/ED/AP/EP/SSC Societies Joint Chapter

П279 **Матеріали XIV-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Комп'ютерні науки та інформаційні технології (CSIT -2019)»**. Том 1. – Львів, 2019. – 226 с.  
**ISBN 978-1-5386-6463-6**

Подано матеріали конференції, присвяченої проблемам у галузі комп'ютерної техніки та інформаційних технологій.

Видання призначене для науковців, аспірантів та студентів старших курсів

УДК 004  
ББК 32.965.3

*Відповідальний за випуск – к.т.н. Шестакевич Т.В.  
Responsible for the issue Tetiana Shestakevych*

**ISBN 978-1-7281-0806-3**

Part Number **CFP19D36-PRT**

Національний університет «Львівська політехніка», 2019