

ISSN 2786-4553

**Editor-in-Chief**  
**Mykhailo Klymash**

# **Infocommunication technologies and electronic engineering**

**Інфокомунікаційні технології  
та електронна інженерія**

**Volume 1 • Number 2**



**Founder and Publisher**  
**Lviv Polytechnic**  
**National University**

**2 0 2 1**

# Infocommunication technologies and electronic engineering

Volume 1 • Number 2

2 0 2 1

## Editorial Board

*Editor-in-Chief:*

Prof. **Mykhailo Klymash**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

*Executive Secretary:*

PhD. **Olga Shpur**, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

*Editorial Board*

Prof. **Ivan Prudyus**, Ukraine

Prof. **Bohdan Strykhalyuk**, Ukraine

Dsc. **Ivan Demydov**, Ukraine

Dsc. **Mykola Kaidan**, Ukraine

Prof. **Zenon Hotra**, Ukraine

Prof. **Pavlo Stakhira**, Ukraine

Prof. **Zinoviy Mykytyuk**, Ukraine

Prof. **Inessa Bolshakova**, Ukraine

Prof. **Roman Holyaka**, Ukraine

Prof. **Yuriy Romanyshyn**, Ukraine

Prof. **Ihor Melnyk**, Ukraine

Prof. **Anatoly Druzhinin**, Ukraine

Prof. **Sergii Ubizskii**, Ukraine

Prof. **Ihor Ostrovskii**, Ukraine

Prof. **Leonid Vasylechko**, Ukraine

Prof. **Eugene Burov**, Ukraine

Prof. **Oleksandr Yudin**, Ukraine

Prof. **Natalia Shakhovska**, Ukraine

Prof. **Vasyl Teslyuk**, Ukraine

DSc. **Maryan Kyryk**, Ukraine

PhD. **Taras Maksymyuk**, Ukraine

PhD. **Mykola Beshley**, Ukraine

PhD. **Natalia Liakh-Kaguy**, Ukraine

Prof. **Yevgen Yashchysyn**, Poland

Prof. **Andriy Luntovskyy**, Germany

Prof. **Waldemar Wójcik**, Poland

Prof. **Kasim Kurt**, Turkey

### Founder and Publisher

Lviv Polytechnic National University

### Address for contacts:

Lviv Polytechnic National University  
12, S. Bandery Str., Lviv, 79013, Ukraine  
e-mail: jictee@lpnu.ua

### Lviv Polytechnic Publishing House

4, F. Kolessy Str., Lviv, 79013, Ukraine  
Tel.: +38 032 258 4100  
vlp@vlp.com.ua; http://vlp.com.ua

### Printing Center of Lviv Polytechnic Publishing House

4, F. Kolessy Str., Lviv, 79013, Ukraine  
Tel.: +38 032 258 4100

© Lviv Polytechnic National University, 2021



Науковий журнал

## "Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія"

№ 2 (2) • 2021

Виходить двічі на рік з 2021 року.

### Засновник і видавець

Національний університет "Львівська політехніка»

### Контактна адреса:

Національний університет "Львівська політехніка"  
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна  
e-mail: jictee@lpnu.ua

Мови видання українська та англійська.

<https://doi.org/10.23939/ttictee2021.02>

Журналу присвоєно індекс DOI <https://doi.org/10.23939/ictee>

Свідцтво про державну реєстрацію друкованого засобу  
масової інформації Серія КВ №24725-14665Р

Рекомендувала Вчена рада

Національного університету "Львівська політехніка"  
(протокол № 70 від 23.02.2021 р.)

ISSN 2786-4553

© Національний університет "Львівська політехніка", 2021

# ЗМІСТ

## Інформаційно-комунікаційні системи та технології

- 1 Медвецький М., Бешлей М., Прислупський А., Бешлей Г.**  
Метод ініціації хендоверу в програмно-конфігурованій безпроводній мережі на основі показника якості сприйняття послуг
- 11 Климаш М., Гордійчук-Бублівська О., Коваль Б.**  
Модель інтелектуального аналізу даних в ІІоТ
- 19 Толюпа С., Лукова-Чуйко Н., Шестак Я.**  
Засоби виявлення кібернетичних атак на інформаційні системи
- 32 Тукало С., Шпур О., Костів О.**  
Розроблення системи аналізу сесій з пристроями ІОТ для боротьби із ботнетами
- 45 Отрох С., Андрійчук О., Гусейнов Р., Оленєва К.**  
Система автентифікації на основі аналізу акустичних сигналів
- 54 Чеботарьова Д., Безрук В.**  
Автоматизація вибору оптимальних проєктних варіантів систем зв'язку на основі методів багатокритеріальної оптимізації
- 62 Балашов В., Орешков В., Стеля Д.**  
Дослідження інтерференційних завад у каналах систем передавання за технологією VDSL2+

- 71 Yunak O., Shpur O., Strykhaliuk B., Klymash M.**  
Algorithm forming randomized system of iterative functions by based Cantor structure

## Радіоелектроніка

- 81 Голяка Р., Марусенкова Т., Хільчук М.**  
Пристрої та моделі магнітного трекінгу для систем доповненої реальності
- 94 Волочій Б., Якубенко В., Сальник Ю., Чернишук П.**  
Програмна стохастична модель експлуатаційної поведінки відмовостійких систем мажоритарного типу з правилом голосування {3 із 5}
- 114 Бондарєв А., Бударецький Ю., Олійник М.**  
Багатопараметрична модель пристрою стеження за частотою та інтерфейс програми для її аналізу

## Електроніка та інженерія

- 123 Kutsiy S., Danyliv Y., Danyliv I., Hladun M., Barylo N., Stakhira P., Fechan A., Gorbulik V.**  
The development of non-doped OLED based on donor-acceptor tetrachloropyridine-carbazole material with the emission in "deep-blue" region
- 131 Дружинін А., Когут І., Островський І., Ховерко Ю., Мороз А.**  
Оцінка низькотемпературних параметрів обмінної взаємодії полікристалічних шарів у КНІ-структурах

# CONTENTS

## Infocommunication systems and technologies

- 1 Medvetskyi M., Beshley M., Pryslyupskyi A., Beshley H.**  
Handover initiation method in a software-defined wireless network based on quality of experience indicator
- 11 Klymash M., Hordiichuk-Bublivska O., Koval B.**  
Intellectual data analysis model in IIoT
- 19 Tolyupa S., Lukova-Chuiko N., Shestak J.**  
Means of detecting cybernetic attacks on information systems
- 32 Tukalo S., Shpur O., Kostiv O.**  
Development of session analysis systems with IoT devices for protection against botnets
- 45 Otrokh S., Andriichuk O., Huseinov R., Olienieva K.**  
Authentication system based on acoustic signal analysis
- 54 Chebotarova D., Bezruk V.**  
Automation of selection of optimal design variants of communication systems on the basis of methods of multicriteria optimization
- 62 Balashov V., Oreshkov V., Stelia D.**  
Investigation of interference noises in channels of transmission systems by VDSL2 + technology

- 71 Yunak O., Shpur O., Strykhaliuk B., Klymash M.**  
Algorithm for formation of a randomized system of iterative functions by Kantor structure

## Radioelectronics

- 81 Holyaka R., Marusenkova T., Khilchuk M.**  
Devices and models of magnetic tracking for augmented reality systems
- 94 Volochiy B., Yakubenko V., Salnyk Yu., Chernyshuk P.**  
The software stochastic model of operating behavior of failure-resistant systems with majority type of voting {3 of 5}
- 113 Bondariev A., Budaretskyi Yu., Oliinyk M.**  
Multiparametric model of frequency traction device and interface of the program for its analysis

## Electronics and engineering

- 123 Kutsiy S., Danyliv Y., Danyliv I., Hladun M., Barylo N., Stakhira P., Fechan A., Gorbulik V.**  
The development of non-doped OLED based on donor-acceptor tetrachloropyridine-carbazole material with the emission in "deep-blue" region
- 131 Druzhinin A., Kohut I., Ostrovskii I., Khoverko Yu., Moroz A.**  
Evaluation of low temperature parameters of exchange interaction of polycrystalline layers in soi structures