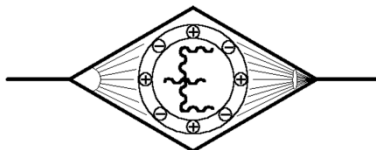


**Вінницький національний технічний університет**

Міністерство освіти і науки України  
Академія інженерних наук України  
Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України  
Ужгородський національний університет  
Грузинський технічний університет  
Люблінський технологічний університет  
Міжнародні товариства оптичної техніки SPIE, OSA



# Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

Заснований у 2001 році  
Виходить 2 рази на рік

**№ 1 (45), 2023**

Зареєстрований Державним комітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України. Свідоцтво про реєстрацію – КВ № 15295–3867Р від 22.06.2009 р.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ВНТУ, протокол № 15 від 29 червня 2023 р.

Міжнародний науково-технічний журнал «Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології» є науковим виданням, публікації в якому визнаються при захисті дисертаційних робіт з технічних наук (постанова Президії ВАК України №1-05/6 від 12 червня 2002 року) (повторна реєстрація, Наказ МОН України №820 від 11 липня 2016 р)

Присвоєно категорію Б в галузі технічних наук згідно з наказом МОН № 409 від 17.03.2020

Індексується та представлений у міжнародних наукометричних базах даних, репозиторіях і пошукових системах: EBSCOhost; Academic Search Premier; Library, Information Science & Technology Abstracts; MEDLINE; HealthSource: Nursing/AcademicEdition; HealthSource - Consumer Edition; Regional Business News; Google Scholar, Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського

© Вінницький національний технічний університет, оформлення, верстка, 2023

---

**АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:**  
Україна, 21021, м. Вінниця,  
вул. Хмельницьке шосе, 95.

Тел.: +38 (0432) 51-32-56  
Факс: +38 (0432) 46-57-72  
<https://oeipt.vntu.edu.ua/>  
Email: [oeipts@gmail.com](mailto:oeipts@gmail.com)

---

---

---

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ  
ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**

---

---

**ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР:**

Павлов С. В.           Вінницький національний технічний університет, Україна

**ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА:**

Вуйцик В. Т.           Технологічний Університет «Люблінська Політехніка», Польща

Осадчук В. С.       Вінницький національний технічний університет, Україна

Ушенко О. Г.         Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

Азаров О. Д.  
Вінницький національний технічний університет  
Ангельський О. В.  
Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича  
Аврунін О. В.  
Харківський національний університет радіоелектроніки,  
Україна  
Бобицький Я. В.  
Національний університет "Львівська політехніка"  
Бунь Р. А.  
Національний університет "Львівська політехніка"  
Бісікало О. В.  
Вінницький національний технічний університет  
Васіленко В. В.  
Новий університет Лісабону, Лісабон, Португалія  
Васілевський О. М.  
Техаський університет в Остіні, США  
Власенко О. В.  
Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова  
Володарський Є. Т.  
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова, Київ  
Грабок В. В.  
Вінницький національний технічний університет  
Заболотна Н. І.  
Вінницький національний технічний університет  
Квстний Р. Н.  
Вінницький національний технічний університет  
Коваленко В. С.  
НДІ лазерної техніки та технологій Національний технічний  
університет України "КПІ", Київ  
Колісник П. Ф.  
Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова  
Кичак В. М.  
Вінницький національний технічний університет  
Кривоносов В. Є.  
Національний авіаційний університет, Київ, Україна  
Кулаков П. І.  
Вінницький національний технічний університет  
Кухарчук В. В.  
Вінницький національний технічний університет  
Лежнюк П. Д.  
Вінницький національний технічний університет  
Лепіх Я. І.  
Одеський національний університет ім. Мечникова  
Лужецький В. А.  
Вінницький національний технічний університет  
Литвиненко В. І.  
Херсонський державний університет, Україна  
Мартинюк Т. Б.  
Вінницький національний технічний університет  
Медиковський М. О.  
Національний університет "Львівська політехніка"

Муравський Л. І.  
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України  
Никифорова Л. Є.  
Національний університет біоресурсів та природокористування  
України, Київ  
Николайчук Я. М.  
Тернопільський національний економічний університет,  
Україна  
Оміотек З. Б.  
Технологічний Університет «Люблінська Політехніка»,  
Польща  
Осадчук О. В.  
Вінницький національний технічний університет  
Петрук В. Г.  
Вінницький національний технічний університет  
Поворознюк А. І.  
Національний технічний університет «Харківський  
політехнічний інститут»  
Романюк О. Н.  
Вінницький національний технічний університет  
Ротштейн А. П.  
Донецький національний університет ім. Василя Стуса  
Русин Б. П.  
Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України, Львів  
Салдан Й. Р.  
Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова  
Саченко А. О.  
Тернопільський національний економічний університет,  
Україна  
Сорокін В. М.  
Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАНУ,  
Україна  
Тітова Н. В.  
Національний університет "Одеська Політехніка", Одеса,  
Україна  
Тимчик Г. С.  
Національний технічний університет України "КПІ", Київ  
Тимченко Л. І.  
Національний транспортний університет, Київ, Україна  
Тужанський С. Є.  
Вінницький національний технічний університет  
Шайко-Шайковський О. Г.  
Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича  
Шевчук В. І.  
Український державний науково-дослідний інститут  
медико-соціальних проблем інвалідності, Вінниця  
Яровий А. А.  
Вінницький національний технічний університет  
Яцків В. І.  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

**ВІДПОВІДАЛЬНІ СЕКРЕТАРІ:**

Лисенко Г. Л.       Вінницький національний технічний університет, Україна

Кожем'яко А. В.     Вінницький національний технічний університет, Україна

Тужанський С. Є.   Вінницький національний технічний університет, Україна

Костюкевич С. О.   Інститут фізики напівпровідників НАНУ, Київ, Україна

**ТЕХНІЧНІ СЕКРЕТАРІ:**

Павлов В. С., Карась О. В.

**РЕДАКТОРИ-КОРЕКТОРИ:**

Прадівляний М. Г., Веремієнко С. Я.

---

---

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ  
ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**ЗМІСТ**

---

---

**ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З  
ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**О.Є. Михальченкова, І. С. Баланчук** Автоматизована система формування інтегрованих міждержавних інформаційних ресурсів (АСФІМІР) як інструмент міжнародного технологічного трансферу ..... 5

**МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ І ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ  
ЗОБРАЖЕНЬ ТА СИГНАЛІВ**

**Є. О. Башков, М. С. Курінний** Таблично-алгоритмічний метод для антиаліазингу зображення відрізків прямих ..... 10

**В. М. Боровицький, О. Є. Гудзь** Методи та програмне забезпечення для зйомки тривимірних цифрових зображень шляхом використання просторової демодуляції ..... 17

**В. М. Папінов, Я. А. Кулик** Особливості створення інтегрованих систем управління виробництвом для навчання ..... 27

**Л. Тимченко, О. Стеценко, Н. Кокряцька, В. Каплун, Н. Дубова** Особливості використання теорії паралельно-ієрархічного перетворення для обробки інформації ..... 43

**СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ І ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З ОБРОБКОЮ ТА  
РОЗПІЗНАВАННЯМ ЗОБРАЖЕНЬ**

**Т. С. Арзікулов, Т. Г. Баган** Аналіз систем керування процесами горіння на основі засобів комп'ютерного зору та обробки зображень ..... 55

**М. С. Мамута, І. В. Кравченко, О. Д. Мамута, С. Є. Тужанський** Оцінка класифікації зображень для перенесення навчання у згорткових нейронних мережах ..... 64

**БІОМЕДИЧНІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ТА ПРИЛАДИ**

**Ю. О. Ушенко, О. В. Дуболазов, І. В. Солтис, А.-П. І. Ангельський, О. Г. Ушенко, І. Ю. Гордей, В. А. Ілін, А. Ф. Г. Аксингі Воронка** Кореляційно-фазовий інтелектуальний аналіз комплексного ступеню когерентності лазерних автофлуоресцентних зображень плазми крові та діагностика онкологічних змін органів людини ..... 71

**Ю. О. Ушенко, О. В. Дуболазов, І. В. Солтис, А.-П. І. Ангельський, О. Г. Ушенко, І. Ю. Гордей, В. К. Гантюк, В. В. Короленко** Інтелектуальна система оцінювання ступеня локальної деполаризації полів лазерної автофлуоресценції двоприменезаломлюючих мереж протеїнових кристалів ..... 78

**Цзяо Ханкунь, О. Г. Аврунін** Дослідження та техніко-економічне обґрунтування використання магнітної стереотаксичної системи ..... 86

**Н. І. Заболотна, В. В. Шолота, В. Ю. Масловський, Шолпан Жумагулова** Нечіткі моделі прийняття рішення при лазерній поляризаційно інваріантній діагностиці ішемії міокарда ..... 97

**В. С. Павлов, Н. І. Заболотна, О. С. Безкрєвний, Ян Луїнь** Особливості використання волоконно-оптичних сенсорів для дослідження тканинної мікроциркуляції ..... 106

**Ю. О. Ушенко, О. В. Дуболазов, І. В. Солтис, Ю. Я. Томка, О. Г. Ушенко, І. Ю. Гордей, П. А. Городенський, М. М. Демків** Комп'ютерний сингулярний аналіз процесів лазерної автофлуоресценції двоприменезаломлюючих біологічних тканин ..... 114

**ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ ТА КОМПОНЕНТИ В ЛАЗЕРНИХ І  
ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

**В. І. Яськів, А. В. Яськів** Регульований помножувач напруги на основі високочастотних магнітних підсилювачів ..... 121

---

---

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL  
“OPTOELECTRONIC INFORMATION-POWER TECHNOLOGIES”**

**CONTENTS**

---

---

PRINCIPAL CONCEPTS AND STRUCTURAL APPROACHES TO THE THREE-LEVEL SYSTEM OF SPECIALIST TRAINING IN THE SPECIALIZATION OF “OPTOELECTRONIC INFORMATION-ENERGY TECHNOLOGIES”

**O. Ye. Mychalchenkova, I. S. Balanchuk** Automated system of formation of integrated interstate information resources (ASFIMIR) as a tool of international technology transfer ..... 5

OPTOELECTRONIC/DIGITAL METHODS AND SYSTEMS FOR IMAGE/SIGNAL PROCESSING

**E. O. Bashkov, M. S. Kurinnyi** Table-algorithmic method for anti-aliasing image of line segments..... 10

**V. M. Borovytsky, O. E. Gudz** Methods and software for capturing three-dimensional digital images using spatial demodulation ..... 17

**V. M. Papinov, Ya. A. Kulyk** Features of creating integrated production management systems for training..... 27

**L. Tymchenko, O. Stetsenko, N. Kokryatskay, V. Kaplun, N. Dubova** Analysis of the main provisions of the theory of parallel-hierarchical transformations..... 43

SYSTEMS OF TECHNICAL VISION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IMAGE PROCESSING AND PATTERN RECOGNITION

**T. S. Arzikulov, T. H. Bahan** The emergence and development of the combustion process management system based on computer vision and image processing..... 55

**M. S. Mamuta, I. V. Kravchenko, O. D. Mamuta, S. E. Tuzhansky** Evaluation of image classification for transfer learning in convolutional neural networks..... 64

BIOMEDICAL OPTICAL AND ELECTRONIC SYSTEMS AND DEVICES

**Yu. O. Ushenko, O. V. Dubolazov, I. V. Soltys, A.-P. I. Angelsky, O. H. Ushenko, I. Yu. Gordey, V. A. Ilin, A. F. G. Aksynti Voronka** Correlation-phase intellectual analysis of the complex degree of coherence of laser autofluorescence images of blood plasma and diagnosis of oncological changes in human organs..... 71

**Yu. O. Ushenko, O. V. Dubolazov, I. V. Soltys, A.-P. I. Angelsky, O. H. Ushenko, I. Yu. Gordey, V. K. Hantnyuk, V. V. Korolenko** Intelligent system for assessment of the degree of local depolarization of laser autofluorescence fields of beam refracting networks of protein crystals..... 78

**Jiao Hunkun, O. G. Avrunin** Explore the feasibility study of magnetic stereotaxic system..... 86

**N. I. Zabolotna, V. V. Sholota, V. Yu. Maslovskiy, Sholpan Zhumagulova** Fuzzy decision-making models with laser polarization invariant diagnostics of myocardial ischemia..... 97

**V. S. Pavlov, N. I. Zabolotna, O. S. Bezkravnyy, Yang Longyin** Features of the use of fiber-optic sensors for the study of tissue microcirculation..... 106

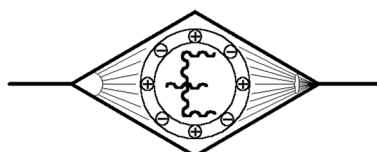
**Yu. O. Ushenko, O. V. Dubolazov, I. V. Soltys, Yu. Ya. Tomka, O. G. Ushenko, I. Yu. Gordey, P. A. Horodensky, M. M. Demkiv** Computer singular analysis of the processes of laser autofluorescence of birth-refracting biological tissues..... 114

OPTOELECTRONIC DEVICES AND COMPONENTS IN LASER AND ENERGY TECHNOLOGIES

**V. I. Yaskiv, A. V. Yaskiv** Adjustable voltage multiplier based on high-frequency magnetic amplifiers ..... 121

**Vinnitsia National Technical University**

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Academy of Engineering Science of Ukraine  
V. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics of NASU  
Uzhgorod National University  
Georgia Technical University  
Lublin Technical University  
The International Societies for Optical Engineering – SPIE, OSA



# Optoelectronic Information- Power Technologies

**№ 1 (45), 2023**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL**

Published since 2001

The biannual publication

Registered by State Committee on Information Policy, Television and Broadcasting of Ukraine.  
Registration certificate – KB № 15295-3867P of 22.06.2009  
(re-registration, Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 820 dated July 11, 2016)  
Category B in the field of Technical Sciences, Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine №409 dated March 17, 2020

Recommended for publication by the decision of Science Counsel of VNTU, Protocol for № 15 of 29.06.2023

---

---

**EDITORIAL BOARD ADDRESS:**  
Ukraine, 21021, Vinnitsia,  
95, Khmel'nitske Shosse

Tel.: +38 (0432) 51-32-56  
Fax: +38 (0432) 46-57-72  
<https://oeipt.vntu.edu.ua/>  
Email: [oeipts@gmail.com](mailto:oeipts@gmail.com)

---

---

---

---

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL**  
**“OPTOELECTRONIC INFORMATION-POWER TECHNOLOGIES”**  
**EDITORIAL BOARDS**

---

---

**EDITOR-IN-CHIEF:**

Pavlov S. V. Vinnytsia National Technical University, Ukraine

**DEPUTY EDITORIAL-IN-CHIEF:**

Wojcik W. T. Technological University "Lublin Politechnika", Poland  
Osadchuk V. S. Vinnytsia National Technical University, Ukraine  
Ushenko O. G. Chernivtsi National University named after. Y. Fedkovich, Ukraine

**EDITORIAL BOARD MEMBERS:**

Azarov O. D. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Osadchuk O. V. Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Angelskii O. V. Chernivtsi National University named after. Y. Fedkovich, Ukraine	Omiotek Z. B. Technological University "Lublin Politechnika", Poland
Avrunin O. G. Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine	Petruk V. G. Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Bobitskii Y. V. National University "Lvivska Polytechnika", Ukraine	Povoroznyuk A. I. National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
Bisikalo O. V. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Romanyuk O. N. Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Bun R. A. National University "Lvivska Polytechnika", Ukraine	Rotshtein A. P. Donetsk National University named after. Vasyl Stus
Grabko V. V. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Rusyn B. P. Physics and Mechanics Institute G V Karpenko of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine
Kvyetnyy R. N. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Saldan Y. R. Vinnitsa National Medical University named after. M I Pirogov
Kolisnyk P.F. Vinnitsa National Medical University named after. M I Pirogov	Shaiko-Shaikovsky O. G. Chernivtsi National University named after. Y. Fedkovich, Ukraine
Kovalenko V. S. Research Institute of Laser Engineering and Technology National Technical University of Ukraine "KPI", Ukraine	Shevchuk V. I. Ukrainian State Research Institute of Medical and Social Problems of Disability, Vinnytsia, Ukraine
Kychak V. M. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Sorokin V. M. Institute of Semiconductor Physics named after. V.E. Lashkarev National Academy of Sciences, Ukraine
Kryvonosov V. E. National Aviation University, Kyiv, Ukraine	Tymchyk G. S. National Technical University of Ukraine "KPI", Ukraine
Kukharchuk V. V. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Timchenko L. I. National Transport University, Kyiv, Ukraine
Kulakov P. I. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Titova N. V. Odessa Polytechnic National University, Ukraine
Lepikh Y. I. Odessa National University named after. Mechnikov Ukraine	Tuzhanskyi S. E. Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Luzhetsky V. A. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Vasilenko V. B. New University of Lisbon, Lisbon, Portugal
Lezhniuk P. D. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Vasilevskiy O. M. University of Texas at Austin, USA
Lytvynenko V. I. Kherson State University, Ukraine	Vlasenko O. V. Vinnitsa National Medical University named after. M I Pirogov
Martunyk T. B. Vinnytsia National Technical University, Ukraine	Volodarsky E. T. National Technical University of Ukraine "KPI", Ukraine
Medikovskiy N. O. National University "Lvivska Polytechnika", Ukraine	Yarovy A. A. Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Muravsky L. I. Physics and Mechanics Institute GV Karpenko of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine	Zabolotna N. I. Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Nykyforova L. E. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv	Yaskiv V. I. Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu
Nikolaichuk Y. M. Ternopil National Economic University, Ukraine	

**EXECUTIVE SECRETARIES:**

Lysenko G. L. Vinnytsia National Technical University, Ukraine  
Kozhemiako A. V. Vinnytsia National Technical University, Ukraine  
Tuzhanskyi S. E. Vinnytsia National Technical University, Ukraine  
Kostyukevych S. O. Institute of Semiconductor Physics of NASU, Kyiv, Ukraine

**TECHNICAL SECRETARIES:**

Pavlov V. S., Karas O. V.

**EDITORS CORRECTORS:**

Pradivlyanii M. G., Veremienko S. Y.

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

# Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології

№1(45), 2023

Зареєстрований Державним комітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України. Свідоцтво про реєстрацію – КВ № 15295–3867Р від 22.06.2009 р.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ВНТУ, протокол № 15 від 29.06.2023 р.

Редактори-коректори: Веремієнко С. Я., Прадівляний М. Г.  
Технічні редактори: Павлов В. С., Карась О.В.

Підписано до друку 30.06.2023. Формат 29,7×42 ½. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсетний. Умовн. друк. арк. 15,71.  
Наклад 50 прим. Зам № 2023-028

Видавець та виготівник -  
Вінницький національний технічний університет,  
редакційно-видавничий відділ.  
Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ, ГНК, кімната 114  
[press.vntu.edu.ua](mailto:press.vntu.edu.ua); *email*: [irvc.vntu@gmail.com](mailto:irvc.vntu@gmail.com)

---

---

**АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:**  
Україна, 21021, м. Вінниця,  
вул. Хмельницьке шосе, 95.

Тел.: +38 (0432) 59-81-25  
Факс: +38 (0432) 46-57-72  
<https://oeipt.vntu.edu.ua/>  
Email: [oeipts@gmail.com](mailto:oeipts@gmail.com)

---

---