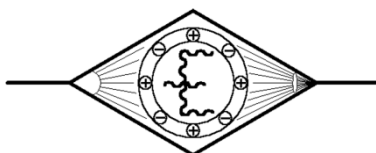


Вінницький національний технічний університет

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 (49), 2025

Свідоцтво про реєстрацію – КВ № 15295–3867Р від 22.06.2009 р.
Ідентифікатор медіа – R30-01502 (Рішення Національної ради України з питань
телебачення та радіомовлення, № 1234 від 31.10.2023 року)

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ВНТУ, протокол № 12 від 29 травня 2025 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, Ukrainian Scientific Citation Index (UInCit),

«Наукова періодика України» в Національній бібліотеці України ім. В.І. Вернадського

© Вінницький національний технічний університет, оформлення, верстка, 2024

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/>
E-mail: 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	Муравський Л.І. Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України
Ангельський О.В. Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича	Никифорова Л.Є. Національний університет біоресурсів та природокористування України, Київ
Аврунін О. В. Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна	Николайчук Я.М. Тернопільський національний економічний університет, Україна
Бобицький Я.В. Національний університет "Львівська політехніка"	Оміотек З.Б. Технологічний Університет «Люблінська Політехніка», Польща
Бунь Р.А. Національний університет "Львівська політехніка"	Осадчук О.В. Вінницький національний технічний університет
Бісікало О. В. Вінницький національний технічний університет	Петрук В.Г. Вінницький національний технічний університет
Васіленко В.Б. Новий університет Лісабону, Лісабон, Португалія	Поворознюк А.І. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Васілевський О. М. Техаський університет в Остіні, США	Романюк О.Н. Вінницький національний технічний університет
Власенко О.В. Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова	Ротштейн А.П. Донецький національний університет ім. Василя Стуса
Володарський Є. Т. Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова, Київ	Русин Б.П. Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України, Львів
Грабко В.В. Вінницький національний технічний університет	Салдан Й.Р. Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова
Заболотна Н. І. Вінницький національний технічний університет	Саченко А.О. Тернопільський національний економічний університет, Україна
Квстний Р.Н. Вінницький національний технічний університет	Смайлова С.С. Східноказахстанський технічний університет ім. Д.Серікбаєва, Оскемен, Республіка Казахстан
Коваленко В.С. НДІ лазерної техніки та технологій Національний технічний університет України «КПІ», Київ	Смолаж Анджей Технологічний Університет «Люблінська Політехніка», Польща
Колісник П.Ф. Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова	Сорокін В. М. Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАНУ, Україна
Кичак В.М. Вінницький національний технічний університет	Тітова Н.В. Національний університет «Одеська Політехніка», Одеса, Україна
Кривонос В.С. Національний авіаційний університет, Київ, Україна	Тимчик Г.С. Національний технічний університет України «КПІ», Київ
Кулаков П. І. Уманський національний університет садівництва	Тимченко Л.І. Національний транспортний університет, Київ, Україна
Кухарчук В. В. Вінницький національний технічний університет	Тужанський С.Є. Вінницький національний технічний університет
Лежнюк П.Д. Вінницький національний технічний університет	Шайко-Шайковский О. Г. Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича
Лепіх Я.І. Одеський національний університет ім. Мечникова	Шевчук В.І. Український державний науково-дослідний інститут медико-соціальних проблем інвалідності, Вінниця
Лужецький В.А. Вінницький національний технічний університет	Яровий А.А. Вінницький національний технічний університет
Литвиненко В. І. Херсонський державний університет, Україна	
Мамирбаєв О.Ж. Інститут інформаційних та обчислювальних технологій КН МОН, Алмати, Республіка Казахстан	
Мартинюк Т.Б. Вінницький національний технічний університет	
Медиковський М.О. Національний університет "Львівська політехніка"	

ВІДПОВІДАЛЬНІ СЕКРЕТАРІ:

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:

Прадівланий 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**

Д.І. Угрин, Ю.О. Ушенко, Ю.Я. Томка, В.В. Дворжак, О.О. Кодряну Гнучка методологія ризик-менеджменту прийняття рішень стартап-проектів на основі прогнозування цін акцій.....	7
--	---

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

Ю.В. Самохін, О.Г. Аврунін Автоматизація повного циклу обробки кріомікроскопічних зображень: від збору до аналітики	20
Р.Н. Кветний, С.І. Бородкін Покращена модель регуляризації ELASTIC NET для обробки фінансових часових рядів.....	29
М.І. Кривошея Дослідження феномену подвійного спуску та порівняння мінімаксної апроксимації з L2-регуляризцією.....	36
Т.Б. Мартинюк, Д.О. Каташинський Особливості асоціативного оброблення даних в інтелектуальних системах.....	44
П.О. Яковишен, С.Є. Тужанський Адаптивний метод передавання даних у інформаційних каналах телемедичних систем.....	53
М.О. Царенко, А.Р. Партека, М.В. Лавров, Й.Й. Білинський Розробка та застосування комп'ютерної програми для оцінки якості обробки зображень на основі дослідження згорток	64
М.В. Талах, В.В. Дворжак, Ю.О. Ушенко Методи денормалізації для сховищ даних ІОТ: балансування продуктивності запитів і надлишковості даних	72
С.А. Андрікевич, С.Є. Тужанський Удосконалений метод адаптивної гістограмної еквалізації кольорових зображень очного дна.....	82

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

С.В. Хрушак, О.М. Ткаченко, І.С. Колесник Підвищення ефективності RAG для побудови наукових інтелектуальних баз знань.....	89
Д.І. Угрин, Ю.О. Ушенко, Т.В. Терлецький, О.Л. Кайдик, Ю.Г. Добровольський, К.С. Шкідіна Гнучка технологія розробки інтелектуальної системи прогнозування розвитку населення.....	98
Д.І. Угрин, Ю.О. Ушенко, Ю.Я. Томка, К.П. Газдюк, В.В. Дворжак, Д.А. Білобрицький Гнучкі методології управління ризиками в життєвому циклі інтелектуальної системи прогнозування рішень динаміки ринкових акцій.....	111
Д.І. Угрин, Ю.О. Ушенко, К.П. Газдюк, А.Я. Довгунь, А.Д. Угрин, Д.В. Козак Методологія розробки та впровадження інтелектуальної інформаційної системи прогнозування продажів для ефективного управління.....	123
Ю.Є. Поуданєн, А.В. Кожем'яко Класифікація зображень із застосуванням оптико-цифрових методів покращення якості зображень та глибокого навчання при проведенні ендоскопічних досліджень	135
Чжао Цайфен, В.М. Дубовой Дослідження методу прогнозування глибини інвазії меланоми.....	147
В.О. Копиця, Р.Н. Кветний Аналіз підходів до вдосконалення інтелектуальних технологій управління паркуванням.....	157
О.Н. Романюк, В.С. Павлов, Н.В. Тітова, С.О. Романюк, В.П. Майданюк Використання нейрогарнітур для діагностики захворювань.....	168

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

ЗМІСТ

БІОМЕДИЧНІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ТА ПРИЛАДИ

А.В. Щербатюк, С.Є. Тужанський Метод сегментації зображень ОКТ з допомогою згорткової нейромережі.....	178
В.В. Шолота Аналіз методів підтримки прийняття рішень в системах поляризаційної інтроскопії біологічних тканин та рідин.....	185
С.М. Пашковський, Ю.О. Пилипець, С.В. Павлов, Я.І. Ярославський, О.С. Волосович Інтелектуальні системи обробки ехокардіографічних зображень для оцінки функціонального стану серця.....	193
Н.І. Заболотна Інтелектуальний метод підтримки прийняття рішення в багатопараметричній системі азимутально інваріантної Мюллер-поляриметрії при оцінюванні патологій.....	200
О.С. Корніленко, О.В. Карась Застосування штучного інтелекту для автоматизованої інтерпретації оптичних зображень сітківки при діабетичній ретинопатії.....	209
Т.В. Жемчужкіна Порівняльний аналіз точності класифікації електроміографічних сигналів за ознаками графіка різниць другого порядку для диференціювання типів болю в попереку.....	217
А.Ю. Марчук Аналіз методів та систем розпізнавання патологій вуха на отоскопічних зображеннях.....	227

**ОПТИЧНІ ТА ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СЕНСОРИ І ПЕРЕТВОРЮВАЧІ В СИСТЕМАХ
КЕРУВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ**

О.В. Осадчук, Я.О. Осадчук, В.І. Петренко, В.К. Скощук, К.В. Шикун Експериментальне дослідження генератора детермінованого хаоса на основі транзисторної структури	235
О.В. Осадчук, Я.О. Осадчук, В.І. Петренко, В.К. Скощук Розробка генератора детермінованого хаосу на основі транзисторної структури з від'ємним опором.....	247

АЛЬТЕРНАТИВНІ НАУКОВІ ІДЕЇ ТА ГІПОТЕЗИ

Р.В. Слободян, І.В. Богач Проблеми процесу підтримки клієнтів та їх комплексне вирішення.....	257
М.П. Дивак, В.І. Тимець Концепція застосування електроміографії у програмно-апаратному комплексі виявлення зворотного гортанного нерва.....	264

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”

D.I. Uhryn, Yu.O. Ushenko, Yu.Ya. Tomka, V.V. Dvorzhak, O.O. Kodryanu Agile risk management methodology for decision-making in startup projects based on stock price forecasting 7

OPTOELECTRONIC/DIGITAL METHODS AND SYSTEMS FOR IMAGE/SIGNAL PROCESSING

Yu.V. Samokhin, O.G. Avrunin Automation of the full cycle of cryomicroscopic image processing: from collection to analysis 20

R.N. Kvyetnyy, S.I. Borodkin Improved model of ELASTIC NET regularization for financial time series..... 29

M.I. Kryvosheia Study of the double trigger phenomenon and comparison of minimax approximation with L2-regularization..... 36

T.B. Martyniuk, D.O. Katashynskyi Peculiarities of associative data processing in intelligent systems..... 44

P.O. Yakovyshen, S.Eu. Tuzhanskyi Adaptive data transmission method in information channels of telemedicine systems..... 53

M.O. Tsarenko, A.R. Parteka, M.V. Lavrov, Yo.Yo. Bilynsky Development and application of a computer program for assessing the quality of image processing based on the study of convections..... 64

M.V. Talakh, V.V. Dvorzhak, Yu.O. Ushenko Denormalization techniques for IOT data warehouses: balancing query performance and data redundancy..... 72

S.A. Andrikevych, S.Yu. Tuzhanskyi Improved method of adaptive histogram equalization for color fundus images..... 82

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

S.V. Khruschak, O.M. Tkachenko, I.S. Kolesnyk RAG efficiency improvement for building intellectual scientific knowledge databases..... 89

D.I. Uhryn, Yu.O. Ushenko, T.V. Terletskyi, O.L. Kaidyk, Yu.G. Dobrovolsky, K.S. Shkidina Agile technology for developing an intelligent population development forecasting system..... 98

D.I. Uhryn, Yu.O. Ushenko, Yu.Ya. Tomka, K.P. Hazdiuk, V.V. Dvorzhak, D.A. Bilobrytskyi Agile risk management methodologies in the life cycle of an intelligent system for forecasting solutions of market share dynamics..... 111

D.I. Uhryn, Yu.O. Ushenko, K.P. Hazdiuk, A.Ya. Dovhun, A.D. Uhryn, D.V. Kozak Methodology of development and implementation of an intelligent sales forecasting information system for effective inventory management..... 123

Yu.Eu. Poudanien, A.V. Kozhemiako Image classification using optical-digital image enhancement methods and deep learning in endoscopic examinations..... 135

Caifeng Zhao, V.M. Dubovoi Research on melanoma depth of invasion prediction method..... 147

V.O. Kopytsia, R.N. Kvyetnyy Analysis of approaches to improving intelligent parking management technologies..... 157

O.N. Romaniuk, V.S. Pavlov, N.V. Titova, S.O. Romaniuk, V.P. Maidanyuk Use of neuroheadsets for diagnostics of diseases..... 168

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
“OPTOELECTRONIC INFORMATION-POWER TECHNOLOGIES”
CONTENTS

BIOMEDICAL OPTICAL AND ELECTRONIC SYSTEMS AND DEVICES

A.V. Shcherbatyuk, S.Eu. Tuzhanskyi Method of segmentation of OCT images using a convulsive neural network.....	178
V.V.Sholota Analysis of decision support methods in polarization introscopy systems of biological tissues and fluids.....	185
S.M. Pashkovskiy, Yu.O. Pylypets, S.V. Pavlov, Ya. I. Yaroslavskyy, O.S. Volosovych Intelligent echocardiographic image processing systems for assessing the functional state of the heart.....	193
N.I. Zabolotna Intellectual method of supporting decision making in a multi-parameter system of azimuthally invariant Mueller-polarimetric in pathologies assessment.....	200
O.S. Kornilenko, O.V. Karas Application of artificial intelligence for automated interpretation of optical retinal images in diabetic retinopathy.....	209
T.V. Zhemchuzhkina Comparative analysis of the accuracy of classification of electromyographic signals by second-order difference graphs for differentiating types of pain in the lower back.....	217
A.Yu. Marchuk Analysis of methods and systems for recognition of ear pathologies on otoscopic images.....	227

OPTICAL AND OPTOELECTRONIC SENSORS AND TRANSFORMERS FOR SYSTEMS OF CONTROL AND ECOLOGY MONITORING

O.V. Osadchuk, Ia.O. Osadchuk, V.I. Petrenko, V.K. Skoschuk, K.V. Shykun Experimental study of a determinative chaos generator based on a transistor structure.....	235
O.V. Osadchuk, Ia.O. Osadchuk, V.I. Petrenko, V.K. Skoschuk Development of a determinative chaos generator based on a transistor structure with negative resistance.....	247

ALTERNATIVE SCIENTIFIC IDEAS AND HYPOTHESES

R.V. Slobodian, I.V. Bogach Customer support process problems and their all-in-one resolution	257
M.P. Dyvak, V.I. Tymets Improved method and tools with automatic adjustment of electrical signal parameters for detection of the reverse laryngeal nerve.....	264

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

Вимоги до тематики і структури статей

Тематика

Журнал публікує статті, які містять нові теоретичні та практичні результати в галузях технічних, природничих та гуманітарних наук. Публікуються також огляди сучасного стану розробки важливих наукових проблем, огляди наукових та методичних конференцій, матеріали з педагогіки вищої освіти.

В журналі є такі розділи:

- Принципові концепції та структурування різних рівнів освіти з оптико-електронних інформаційно-енергетичних технологій;
- Методи та системи оптико-електронної і цифрової обробки зображень та сигналів.
- Системи технічного зору і штучного інтелекту з обробкою та розпізнаванням зображень;
- Оптична і квантова електроніка в комп'ютерних та інтелектуальних технологіях;
- Біомедичні оптико-електронні системи та прилади;
- Оптико-електронні пристрої та компоненти в лазерних і енергетичних технологіях;
- Оптичні та оптико-електронні сенсори і перетворювачі в системах керування та екологічного моніторингу;
- Волоконно-оптичні технології в інформаційних (Internet, Intranet тощо) та енергетичних мережах;
- Системи та пристрої відображення інформації;
- Оптико-електронні енергозберігаючі технології.
- Альтернативні наукові ідеї та гіпотези.

Тематична спрямованість видання відповідає спеціальностям:

- 121 – Інженерія програмного забезпечення;
- 122 – Комп'ютерні науки;
- 123 – Комп'ютерна інженерія;
- 124 – Системний аналіз;
- 126 – Інформаційні системи та технології;
- 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка;
- 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології;
- 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка;
- 163 – Біомедична інженерія;
- 172 – Телекомунікації та радіотехніка.

Міжнародні, закордонні і національні реферативні та наукометричні бази даних, в які включено журнал, і дата включення

- Google Scholar з 2006 року
- Ukrainian Scientific Citation Index (UInCit) з 2019 року
- EBSCOhost з 2023 року
- Information Science & Technology Abstracts з 2023 року
- Nursing/AcademicEdition з 2023 року
- Academic Search Premier; Library з 2023 року
- HealthSource - Consumer Edition з 2023 року
- Regional Business News з 2023 року
- MEDLINE з 2023 року
- «Наукова періодика України» в Національній бібліотеці України ім. В.І. Вернадського з 2008 року

Структура статті

1. Стаття має починатись із короткої (до 4 рядків) **анотації** українською, російською та англійською мовами, яка має містити стисло і точно сформульовану постановку задачі та основні результати. Далі вказується **перелік** (до 10) **ключових слів** (або словосполучень) статті;
2. Далі необхідно подати **вступ**, написаний у формі, доступній для розуміння широкого кола

спеціалістів даної галузі науки. У вступі наводяться:

- постановка питання, що розглядається в статті;
- короткі відомості про історію цього питання;
- пояснення щодо того, де і коли це питання виникає в процесі розв'язання певної задачі.

3. В **основному тексті** статті викладаються і ґрунтовно роз'яснюються отримані твердження і результати. Необхідні для глибшого розуміння змісту статті матеріали (математичні доведення та перетворення, результати експериментальних досліджень, що підтверджують теоретичні положення тощо) виносяться в додаток.

Не слід перевантажувати статтю надмірною кількістю формул, дублюванням одних й тих самих результатів у формулах, таблицях та графіках. Бажано уникати довгих назв таблиць, застосовувати використані в рукописі позначення та скорочення. Вживані в статті позначення і маловідомі терміни необхідно пояснити.

4. Заключна частина має містити приклад (якщо це можливо), який ілюструє ефективність отриманих результатів, та висновки, що відображають нові відомості, отримані автором (авторами), та рекомендації щодо їх практичного застосування. **Висновки та рекомендації** повинні в повній мірі відповідати змісту основного тексту.

Статтю можна розбивати на розділи з назвами та відповідною нумерацією, які відображають їх зміст. Вступ та висновки не нумеруються.

Обсяг статті (у відповідності до вимог журнального варіанту оформлення статей):

- оглядово-узагальнюючого характеру – до 16 сторінок формату А4;
- проблемного характеру – до 11 сторінок формату А4;
- про розв'язання конкретної наукової задачі – до 7 сторінок формату А4;
- у вигляді короткого повідомлення про досягнутий результат – до 3 сторінок формату А4.

Рукописи статей, що перевищують зазначені обсяги редакцією до розгляду не приймаються, за винятком тих, що узгоджені та схвалені колективним рішенням редакційної колегії журналу.

5. В кінці статті наводиться коротка **довідка про авторів**, де вказуються прізвище та ініціали авторів, вчена ступінь, наукове звання, посада, назва підрозділу (кафедри) та організації, її місцезнаходження (місто, країна).

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ТА ПОДАННЯ СТАТЕЙ

Для публікації статті автори мають підготувати два екземпляри статті: перший – у редакторському варіанті – для рецензування та редакторської роботи, а другий – в журнальному варіанті для прискорення підготовки до друку.

В редакцію необхідно подати:

- якісно роздруковані обидва варіанти оформленої статті (по одному примірнику – редакторський та журнальний варіанти);
- файл журнального варіанту статті (на компакт-диску, flash-накопичувачі або по e-mail);
- супровідні документи (рецензія, акт експертизи, розширені реферати 3-ма мовами, авт. довідка).

Кожний рукопис має бути ретельно перевірений і підписаний всіма авторами. Подальші виправлення та доповнення не допускаються.

Вимоги до оформлення рукопису статті:

Журнальний варіант оформлення статті:

Стаття повинна бути підготована українською, російською або англійською мовою.

1. Для підготовки статті застосовувати текстовий редактор MS WORD for WINDOWS, використавши шрифт Times New Roman (Сур), 10 пт. Стаття повинна бути надрукована на одній стороні аркушів формату А4 (поля: зліва і справа – 2,5 см, зверху – 3 см, знизу – 2,5 см) з інтервалом між рядками – мінімум (min) для 12 пт. Всі сторінки статті мають бути пронумеровані – олівцем на звороті кожної сторінки по центру вказується порядковий номер сторінки та прізвища авторів.

2. У верхньому лівому кутку статті потрібно вказати індекс **УДК** або відповідний індекс міжнародного кодування (10 пт, великими літерами, вирівняти по лівому краю). Пропустивши один рядок друкується **прізвище та ініціали авторів** (10 пт, великими, напівжирними літерами, вирівняти по лівому краю). Пропустивши один рядок – **назва статті** – 14 пт, великими напівжирними літерами, вирівняти по лівому краю. Пропустивши один рядок – **назва організації**, з нового рядка – її

місцезнаходження (адреса, місто, країна), та по можливості, **контактні координати** (телефони, факс, e-mail, WWW – site) організації або особисті контактні координати кожного з авторів (10 пт, курсивними, напівжирними літерами, вирівняти по лівому краю). Далі, пропустивши один рядок, подаються **анотації** (на українській, англійській мовах) та, з нового рядка, перелік **ключових слів** (8 пт, вирівняти по правому краю). Далі пропустивши один рядок слідує **основний текст статті** (10 пт, вирівнювання – по всій ширині сторінки).

3. У статті мають застосовуватись одиниці Міжнародної системи (СІ).

4. **Формули** та позначення набираються у внутрішньому редакторі формул MS WORD. Кожна формула набирається як один об'єкт: full: Times New Roman 12 pt.

Потрібно дотримуватися відмінності в написанні великих та малих літер, особливо таких, як С і с, К і к, Р і р, U і u, V і v, W і w. Дробові числа слід писати через кому, наприклад: 3,14159265.

5. Варіанти подачі **ілюстрацій**:

- включеними (без OLE–зв'язку) у текст статті, після першого посилання на нього.

Примітка: Використовувати для створення ілюстрацій включений в MS WORD for WINDOWS графічний редактор не допускається; або

- у вигляді файлів в форматі TIFF, JPG, GIF кожна окремим файлом та роздруковані у 2-х примірниках; **або**

- у вигляді рисунків, виконаних чорною тушшю або пастою за допомогою креслярського приладдя в двох примірниках, кожна на окремому аркуші формату А4; **або**

- фотографіями (2 примірника), що мають бути якісними, чіткими і контрастними. На зворотному боці кожної ілюстрації (фотографії) простим олівцем вказуються її порядковий номер та прізвище авторів.

Якщо ілюстрації не включені в текст, то підписи до них повинні бути надруковані на одному окремому аркуші формату А4.

6. Кожна **таблиця** повинна бути надрукована з відповідним заголовком та нумерацією, якщо їх більше ніж одна.

Ілюстрації та таблиці в залежності від розміру розміщувати у рамках або по всій ширині сторінки.

7. Перелік **літературних джерел** оформлюється згідно стандарту міжнародного видання «Elsevier» і подається загальним списком у кінці статті. Список складається за чергою посилань у тексті (а не за абеткою).

У тексті статті посилання на літературу ставляться в квадратні дужки (наприклад, [1,2]). Посилання на ще не опубліковані праці не допускаються.

Приклади бібліографічних посилань можна знайти за посиланням: https://www.elsevier.com/__data/promis_misc/apmrformat.pdf

8. Після переліку літературних джерел, пропустивши один рядок, вказується коротка довідка про авторів, де вказуються окремо для кожного з авторів: прізвище та ініціали, вчена ступінь, наукове звання, посада, назва підрозділу (кафедри) та організації, місто, країна.

Редакторський варіант оформлення статті:

Оформлюється з дотриманням таких вимог:

- Поля: зверху – 3 см, решта – 2,5 см, шрифт Times New Roman (Суг), через півтора інтервали між рядками;
- Індекс УДК або відповідний індекс міжнародного кодування – великі літери, 14 пт, вирівняти по лівому краю;
- Прізвище та ініціали авторів – великі літери, 14 пт, вирівняти по лівому краю;
- Назва статті – великі літери, 14 пт, вирівняти по лівому краю;
- назва організації, її координати для кожного з авторів – 14 пт, курсивними, напівжирними літерами, вирівняти по лівому краю;
- Анотації та перелік ключових слів – 10 пт, вирівняти по правому краю;
- Основний текст – 14 пт, вирівнювання – по всій ширині сторінки;
- Формули: full – Times New Roman 14 pt.

В редакторському варіанті статті виконують розмітку формул та позначень за такими правилами: великі літери підкреслюються простим олівцем двома рисками знизу ($\underline{\underline{S}}$),

малі – зверху ($\overset{=}{S}$), символи кирилиці (укр., рос.) – підкреслені так само, але використовуючи синій колір. Векторні величини позначаються прямою дужкою знизу ($\underline{\underline{C}}$). Індеси та показники степеня

повинні бути вписані чітко нижче і вище тих символів, яких вони стосуються; індекси позначаються дужкою $\cap$, показники степені – дужкою $\cup$. Літери грецького алфавіту повинні бути обведені червоним.

Формули, на які є посилання в тексті, позначають праворуч від формули порядковими номерами в круглих дужках.

Приклад розмітки формул: $\bar{h}(\bar{t}) = \frac{P_0}{\pi} + \frac{A_m}{\pi} \sin(\omega \bar{t} + \psi) + h^{\cap k}$.

Примітка: в разі якісного роздрукування статті розмітку формул робити не обов’язково.

- Ілюстрації та таблиці, в залежності від розміру, розмішувати у рамках або по всій ширині сторінки. Решта вимог такі ж, як і до журнального варіанту оформлення.

Супровідні документи:

Разом із роздрукованими двома екземплярами статті подаються:

- Внутрішня рецензія (підписується доктором технічних наук – фахівцем в даній галузі досліджень) на статтю організації, від якої подається дана стаття;
- Розширений реферат, що містить стисло і точно сформульовану постановку задачі та основні результати. Реферат подається обов’язково трьома мовами – українською, російською та англійською (надрукованих на одному аркуші) у двох примірниках. Реферат слід починати з індексу УДК або відповідного індексу міжнародного кодування, назви статті, далі – текст реферату. Обсяг реферату – 0.5-1 сторінки кожною мовою.

Обов’язковим є подання тексту рефератів (окремими файлами) на оптичних носіях (CD/DVD).

- Авторська довідка (два примірники) від колективу авторів статті, де повинно бути зазначено, що матеріали статті є оригінальними і можуть бути опубліковані у відкритому друці.
- Рекомендацію до опублікування матеріалів від організації, де проводились дослідження.
- Довідка про авторів (прізвище, ім’я, по батькові (повністю), науковий ступінь, вчене звання, посаду та повну назву установи, де виконувались дослідження, номери телефонів та e-mail для зв’язку) та фото кожного з авторів (в чорно-білому варіанті, у форматі JPG). Також дана інформація про авторів подається в кінці самих матеріалів статті.

До відома авторів:

- Якщо стаття оформлена з порушенням зазначених вище вимог та правил, то редакція журналу після попереднього розгляду може відмовити автору в публікації.
- Всі статті публікуються за наявності позитивної зовнішньої рецензії. На зовнішнє рецензування статті направляються редколегією журналу.
- Зміст статті та якість перекладу (українською, російською або англійською мовами) переглядаються редакторами-коректорами журналу, проте повну відповідальність за зміст статті та якість перекладу несуть автори статті.
- До статті можуть бути внесені зміни редакційного характеру без згоди автора.
- Гонорар авторам не виплачується.
- Остаточний висновок щодо публікації схвалює редакційна колегія журналу.

Рукописи статей надсилати:

- на поштову адресу редакції:

Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе 95, ВНТУ, Кафедра БМІОЕС

із позначкою: Міжнародний науково-технічний журнал “Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології”, або

- на адресу e-mail: oeipts@gmail.com, psv@vntu.edu.ua

із позначкою: Міжнародний науково-технічний журнал “Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології”.

Консультації з приводу оформлення статей можна отримати в редакції міжнародного науково-технічного журналу “Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології”, Вінницький національний технічний університет, кафедра лазерної та оптоелектронної техніки, к. 2243А або за тел.: +38 (0432) 59-81-25, +38 (097) 239-43-06 або по e-mail: oeipts@gmail.com, psv@vntu.edu.ua

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

Requirement regarding the structure and subjects of publications

Subjects of publications

The journal is intended for publication containing new theoretical and practical results in the area of engineering and natural science, as well as publications devoted problems dealing with teaching of engineering sciences.

The journals publishes the articles in the area of:

- Principal concepts and structural approaches to the three-level system of specialist training: "Bachelor-Engineer-Master" in the specialization of "Optoelectronic Information-Energy Technologies";
- Optoelectronic/Digital Methods and Systems for Image/Signal Processing;
- Systems of Technical Vision and Artificial Intelligence, Image Processing and Pattern Recognition;
- Optical and Quantum Electronics in Computer and Intelligent Technologies;
- Biomedical Optoelectronic Systems and Apparatus;
- Optoelectronic Devices and Components in Laser and Energy Technologies;
- Optical and Optoelectronic Sensors and Transformers for Systems of Control and Ecology Monitoring;
- Fiber-Optical Technologies for Information (Internet, Intranet etc.) and Energy Networks;
- Systems and Devices for Information Representation;
- Optoelectronic Technologies for Energy Saving;
- Alternative scientific ideas and hypotheses.

The structure of the article:

1. The article should contain short abstract (up to 200 words) presented in English. The abstract must contain briefly formulated problem and main results. Keywords: their amount must not exceed 10 words.
2. Introduction, written in the form comprehensible for the readership of this given branch of science.
The introduction contains:
 - The problem being discussed in the article;
 - Historic outlook of the problem;
 - Explanations regarding when and where this problem arises in the process given problem solution.
3. The article considers and explains the results obtained materials needed for deeper understanding of the article (mathematical transformations, results of experiments, proving theoretical argumentation) are supplied in the appendix. It is not recommended to overweight the article with numerous formulas presenting the same results in formulas, tables, graphs. It is advisable to avoid long titles of the tables, use notations and abbreviations already applied in the manuscript. Specific notation and terms must be explained.
4. The conclusion of the article must contain the example (if it is possible) that illustrates the efficiency of the results obtained and conclusion reflecting new information, obtained by the author (authors) and recommendations recording their practical application. Conclusions and recommendations should correspond the content of publication. The article can be divided into chapters. The title of the chapter should correspond to its content.

Volume of the publications:

- The article of general character – up to 16 pages (A4 format);
 - The article of problematic character – up to 11 pages (A4 format);
 - The article regarding specific scientific problem – up to 7 pages (A4 format);
 - The short communications – up to 3 pages (A4 format).
5. Brief information about the authors is placed at the end of the article. The following information is indicated last name, initials, scientific degree, name of affiliated institution (address, city, country) and contact information of each authors (address, city, country, phone/fax, e-mail).

EDITORIAL BOARD ADDRESS: 95, Khmelnytske shose, Vinnytsya, 21021, Ukraine
Vinnytsya National Technical University, Editorial Board of International Scientific Journal
"Optoelectronic information–power technologies"

Tel. +38 (0432) 59-81-25

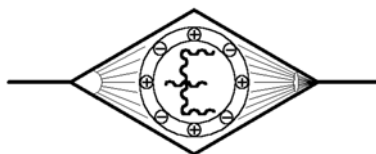
Fax: +38 (0432) 46-57-72

E-mail: oeipts@gmail.com

<http://oeipt.vntu.edu.ua/>

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 (49), 2025

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

Published since 2001

The biannual publication

Certificate of registration - KV No. 15295-3867P dated June 22, 2009.

Media identifier – R30-01502 (Decision of the National Council of Ukraine on Television and Radio Broadcasting, No. 1234 dated October 31, 2023)

(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 № 12 of 29.05.2025

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/>

E-mail: 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
Angelskii O. V.
Chernivtsi National University named after. Y. Fedkovich, Ukraine
Avrunin O. G.
Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine
Bobitskii Y. V.
National University "Lvivska Polytechnika", Ukraine
Bisikalo O. V.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Bun R. A.
National University "Lvivska Polytechnika", Ukraine
Grabko V. V.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Kvyetnyy R. N.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Kolitsnyk P. F.
Vinnitsa National Medical University named after. M I Pirogov
Kovalenko V. S.
Research Institute of Laser Engineering and Technology National
Technical University of Ukraine "KPI", Ukraine
Kychak V. M.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Kryvonosov V. E.
National Aviation University, Kyiv, Ukraine
Kukharchuk V. V.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Kulakov P. I.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Lepikh Y. I.
Odessa National University named after. Mechnikov Ukraine
Luzhetsky V. A.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Lezhniuk P. D.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Lytvynenko V. I.
Kherson State University, Ukraine
Mamyrbayev O. Zh.
Institute of Information and Computational Technologies CS of MSE,
Almaty, Republic of Kazakhstan
Martunyk T. B.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Medikovskiy N. O.
National University "Lvivska Polytechnika", Ukraine
Muravsky L. I.
Physics and Mechanics Institute GV Karpenko of the National Academy of
Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine
Nykyforova L. E.
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv
Nikolaichuk Y. M.
Ternopil National Economic University, Ukraine

Osadchuk O. V.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Omiotek Z. B.
Technological University "Lublin Politechnika", Poland
Petruk V. G.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Povoroznyuk A. I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"
Romanyuk O. N.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Rotshtein A. P.
Donetsk National University named after. Vasyl Stus
Rusyn B. P.
Physics and Mechanics Institute G V Karpenko of the National Academy
of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine
Saldan Y. R.
Vinnitsa National Medical University named after. M I Pirogov
Shaiko-Shaikovsky O. G.
Chernivtsi National University named after. Y. Fedkovich, Ukraine
Shevchuk V. I.
Ukrainian State Research Institute of Medical and Social
Problems of Disability, Vinnytsia, Ukraine
Smailova S. S.
D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University,
Oskemen, Republic of Kazakhstan
Smolarz Andrzej
Technological University "Lublin Politechnika", Poland
Sorokin V. M.
Institute of Semiconductor Physics named after. V. E. Lashkarev
National Academy of Sciences, Ukraine
Tymchyk G. S.
National Technical University of Ukraine "KPI", Ukraine
Timchenko L. I.
National Transport University, Kyiv, Ukraine
Titova N. V.
Odessa Polytechnic National University, Ukraine
Tuzhanskyi S. E.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Vasilenko V. B.
New University of Lisbon, Lisbon, Portugal
Vasilevskiy O. M.
University of Texas at Austin, USA
Vlasenko O. V.
Vinnitsa National Medical University named after. M I Pirogov
Volodarsky E. T.
National Technical University of Ukraine "KPI", Ukraine
Yarovyi A. A.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine
Zabolotna N. I.
Vinnytsia National Technical University, Ukraine

EXECUTIVE SECRETARIES:

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(49), 2025

**Свідоцтво про реєстрацію – КВ № 15295–3867Р від 22.06.2009 р.
Ідентифікатор медіа – R30-01502 (Рішення Національної ради України з питань
телебачення та радіомовлення, № 1234 від 31.10.2023 року)**

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ВНТУ, протокол № 12 від 29.05.2025 р.

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

Підписано до друку 17.06.2025 року. Формат 29,7 × 42 ½ . Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Умовн. друк. арк. 31,23.
Наклад 50 прим. Зам № 2025-026

Видавець та виготовлювач -
Вінницький національний технічний університет,
редакційно-видавничий відділ.
Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ, ГНК, кімната 114
<https://press.vntu.edu.ua>
email: rvv.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/>
E-mail: oeipts@gmail.com
