

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВІСНИК ВІННИЦЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ

Науковий журнал

Засновник і видавець: Вінницький національний технічний університет

Виходить 6 разів на рік

Заснований у грудні 1993 року

№ 2 (173) 2024

Схвалено Вченою радою
Вінницького національного технічного університету,
протокол № 11 від 30.04.2024 р.

© Вінницький національний технічний університет, 2024

Вінниця • ВНТУ • 2024

Журнал «Вісник Вінницького політехнічного інституту» є виданням, яке входить до Переліку наукових фахових видань України у галузі технічних наук (**категорія Б**) за спеціальностями: 121, 122, 123, 124, 125, 126, 131, 132, 133, 141, 144, 151, 152, 163, 172, 183, 275, а також 01.05.00, 05.02.02, 05.02.10, 05.03.05, 05.09.03, 05.11.00, 05.13.05, 05.13.06, 05.12.13, 05.12.20, 05.14.02, 05.14.06, 05.22.20, 05.23.02, 05.23.05 (накази Міністерства освіти і науки України: від 11.07.2019 р. та № 975, від 15.10.2019, № 1301);

Журнал входить у міжнародні наукометричні бази Index Copernicus International та Google Scholar і реферується в Українському реферативному журналі «Джерело».

Журнал публікує статті, які містять нові теоретичні та практичні результати в галузях технічних, економічних, природничих та гуманітарних наук. Публікуються також огляди сучасного стану розв'язання важливих наукових проблем, огляди наукових та методичних конференцій, які відбулися у ВНТУ, статті з педагогіки вищої освіти.

Розділи журналу:

- ☒ автоматика та інформаційно-вимірювальна техніка;
- ☒ будівництво;
- ☒ гуманізація і гуманітаризація технічної освіти;
- ☒ екологія та екологічна безпека;
- ☒ економіка та менеджмент;
- ☒ енергетика, електротехніка та електромеханіка;
- ☒ застосування результатів досліджень;
- ☒ інформаційні технології та комп'ютерна техніка;
- ☒ машинобудування і транспорт;
- ☒ радіоелектроніка та радіоелектронне апаратобудування;
- ☒ стратегія, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою;
- ☒ рецензії;
- ☒ ювілеї і ювіляри.

Сайт журналу <https://visnyk.vntu.edu.ua/>

DOI журналу <https://doi.org/10.31649/1997-9266>

Адреса редакції:
ВНТУ, к. 112 ГНК,
вул. Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, Україна, 21021

Контакти:
E-mail: visnykvpi@gmail.com

Редакційна колегія

Головний редактор

Мокін Б. І., академік НАПН України, д-р техн. наук, професор (ВНТУ).

Заступники головного редактора

Біліченко В. В., д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Гرابко В. В.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ).

Відповідальний секретар редколегії

Дерібо О. В., канд. техн. наук, доцент (ВНТУ).

Відповідальна за присвоєння індексів DOI

Войцеховська О. О., д-р філософії (ВНТУ).

Члени редакційної колегії

Технічні науки:

Азаров О. Д., д-р техн. наук, професор, (ВНТУ); **Багацький В. О.**, д-р техн. наук, професор (ІК); **Білінський Й. Й.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Бісікало О. В.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Василенко В. Б.**, д-р філософії, професор (Новий університет Лісабона, Португалія); **Васілевський О. М.**, д-р техн. наук, професор; **Войцек В.**, д-р техн. наук, професор (Державний університет «Люблінська Політехніка», Польща); **Григорова К.**, д-р філософії (Русенський університет «Ангел Кинчев», Болгарія); **Грушко О. В.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Губинський М. В.**, д-р техн. наук, професор (УДУНТ); **Данилов В. Я.**, д-р техн. наук, професор (НТУУ «КПІ»); **Дінь Тхань Вьст**, д-р філософії, доцент, (Університет м. Дананг, В'єтнам); **Дубовой В. М.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Іскович-Лотоцький Р. Д.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Кветний Р. Н.**, член-кор. НАПН України, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Кичак В. М.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Ковтун В. В.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Козлов Л. Г.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Комар В. О.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Кулик В. В.**, д-р техн. наук, доцент (ВНТУ); **Кучерук В. Ю.**, д-р техн. наук, професор (УНУС); **Кухарчук В. В.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Лежнюк П. Д.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Лужецький В. А.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Майєр Г.**, д-р наук хабілітований, професор, (Інститут Макса Планка (структури і динаміки матерії), Гамбург, Німеччина); **Мартинюк Т. Б.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Михалевич В. М.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Мокін В. Б.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Мокін О. Б.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Моргун А. С.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Осадчук В. С.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Осадчук О. В.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Павлов С. В.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Петрук В. Г.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Поліщук Л. К.**, д-р техн. наук, професор, (ВНТУ); **Поляков А. П.**, д-р техн. наук, професор, (ВНТУ); **Ранський А. П.**, д-р хім. наук, професор (ВНТУ); **Романюк О. Н.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Русу Іоан**, д-р інженерії, професор (Технічний університет ім. Георге Асакі, м. Ясси, Румунія); **Савуляк В. І.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Сакалова Г. В.**, д-р техн. наук, професор (ВДПУ); **Семенов А. О.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Стратан Іон**, д-р техн. наук, професор (Технічний університет Молдови, Молдова); **Ткаченко С. Й.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ); **Трофимчук О. М.**, член-кор. НАН України, д-р техн. наук, професор (ІТГП); **Штовба С. Д.**, д-р техн. наук, професор (ДНУ), **Яремчук Ю. Є.**, д-р техн. наук, професор (ВНТУ).

Педагогічні науки:

Джеджула О. М., д-р пед. наук, професор (ВНАУ); **Клочко В. І.**, д-р пед. наук, професор (ВНТУ); **Корнієнко В. О.**, д-р політ. наук, професор (ВНТУ); **Куцевол О. М.**, д-р пед. наук, професор (ВДПУ); **Петрук В. А.**, д-р пед. наук, професор (ВНТУ); **Ратніков В. С.**, д-р, філос. наук, професор (ВНТУ); **Хома О. І.**, д-р філос. наук, професор (ВНТУ); **Хом'юк І. В.**, д-р пед. наук, професор (ВНТУ).

Економічні науки:

Карачина Н. П., д-р екон. наук, професор (ВНТУ); **Мороз О. В.**, д-р екон. наук, професор (ВНТУ); **Мороз О. О.**, д-р екон. наук, професор (ВНТУ).

Використані скорочення:

ВДПУ — Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Україна;

ВНАУ — Вінницький національний аграрний університет, Україна;

ВНТУ — Вінницький національний технічний університет, Україна;

ДНУ — Донецький національний університет ім. В. Стуса, Вінниця, Україна;

ІК — Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, Київ, Україна;

ІТГП — Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна;

НТУУ «КПІ» — Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», Київ, Україна;

УДУНТ — Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна.

УНУС — Уманський національний університет садівництва, Україна

Відповідальний за випуск Дерібо О. В.

ЗМІСТ

DOI випуску <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-173-2>

АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

Осельський О. В., Кухарчук В. В. Математична модель вимірювального перетворення віброзміщення ємнісним сенсором в часовий інтервал	6
---	---

БУДІВНИЦТВО

Сердюк В. Р., Косаківський О. В. Забудова підземного простору сучасних міст для поліпшення стану довкілля	14
--	----

ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Коріненко Б. В., Євдокименко В. О., Ранський А. П., Гордієнко О. А., Коріненко Р. В. Альтернативна енергетика. Повідомлення III. Удосконалена технологія піролізної переробки суміші полімерних відходів	25
Ялова А. М., Бондар Н. В. Моніторинг коагуляційного очищення стічних вод процесів металургійного виробництва	33

ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

Черноусенко О. Ю., Рачинський А. Ю., Баранюк О. В. Верифікація CFD-моделі теплообміну і гідродинаміки для спалювання непроєктного палива у паровому котлі ТПП-210А	39
Карпенко О. В., Заславський О. М. Прогностична модель фотоелектричної станції з урахуванням термічного зниження потужності фотоелектричних модулів.....	47

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА

Мокін Б. І., Мокін О. Б., Войцеховська О. О., Шалагай Д. О., Бондарчук О. В. Еквівалентні моделі законів розподілу випадкових величин	53
Топольський А. І., Паламарчук Є. А. Аналіз практичних реалізацій автоматизованих систем ідентифікації студентів в електронних навчальних системах	61
Зарицький О. О., Данилов В. Я. Порівняння ефективності методів напівкерованого навчання на основі автоенкодерів для задач класифікації фотографій ракових захворювань шкіри.....	71
Чабан О. П., Бойко О. В., Чабан О. І. Особливості управління ризиками під час роботи з медичними інформаційними системами	78

МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ТРАНСПОРТ

Митко М. В., Савін Ю. Х. Дослідження доцільності виконання постових робіт з обслуговування та ремонту автомобілів в таксомоторних підприємствах	87
Птиця Н. В., Макарічев О. В., Ковцур К. Г. Ефективна організація розподілу вантажопотоків у межах міста та фактори, що на неї впливають.....	94

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА РАДІОЕЛЕКТРОННЕ АПАРАТОБУДУВАННЯ

Кичак В. М., Урсан М. І., Мельничук О. М. Застосування аналого-цифрових перетворювачів для підвищення ефективності цифрових антенних решіток.....	101
Чмельов В. О., Терещенко О. В., Олійник М. В. Спосіб декореляції сигналів пасивних завад в системі селекції рухомих цілей малої швидкості	109
Горбатий І. В., Цимбалюк І. Р. Програмне оброблення сигналів з амплітудною модуляцією багатьох складових	116

CONTENTS

Issue DOI <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-173-2>

AUTOMATION AND INFORMATION-MEASURING EQUIPMENT

- Oselskyi O., Kukharchuk V.** Mathematical Model for Measuring Transformation of Vibration Displacement by Capacitive Sensor into a Time Interval 6

CIVIL ENGINEERING

- Serdiuk V., Kosakivskiy O.** Development of Underground Space of Modern Cities to Improve the Condition of the Environment 14

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL SECURITY

- Korinenko B., Yevdokymenko V., Ranskiy A., Gordienko O., Korinenko R.** Alternative Energy. Notice III. Improved Technology of Pyrolysis Processing of a Mixture of Polymer Waste 25
- Yalova A., Bondar N.** Monitoring and Coagulation Treatment of Wastewater of Metallurgical Production Processes 33

ENERGY GENERATION, ELECTRIC ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS

- Chernousenko A., Rachynskiy A., Baranyuk A.** Verification of the CFD Model of Heat Exchange and Hydrodynamics for Burning Non-Design Fuel in the TPP-210A Steam Boiler 39
- Karpenko O., Zaslavskiy A.** Predictive Model of the Photoelectric Plant Taking into Account Thermal Reduction of Photoelectric Modules Power 47

INFORMATION TECHNOLOGIES AND COMPUTER ENGINEERING

- Mokin B., Mokin O., Voitsekhovska O., Shalagai D., Bondarchuk O.** Equivalent Models of the Random Variable Distribution Laws 53
- Topolskiy A., Palamarchuk Ye.** Analysis of Practical Implementations of Automated Student Identification Systems in Electronic Learning Systems 61
- Zarytskyi O., Danylov V.** Comparison of the Effectiveness of Semi-Supervised Learning Methods Based on Autoencoders for Skin Cancer Photo Classification Tasks 71
- Chaban O., Boyko O., Chaban O.** Peculiarities of Risk Management when Working with Medical Information Systems 78

MECHANICAL ENGINEERING AND TRANSPORT

- Mytko M., Savin Yu.** Research on the Feasibility of Performing Routine Maintenance and Repair Works in Taxi Motor Enterprises 87
- Ptytsia N., Makarichev O., Kovtsur K.** Efficient Organization of Freight Flow Distribution Within City Boundaries and Factors Affecting it 94

RADIOELECTRONICS AND RADIOELECTRONIC EQUIPMENT MANUFACTURING

- Kychak V., Ursan M., Melnychuk O.** Using Analog-to-Digital Converters to Increase the Efficiency of Digital Antenna Arrays 101
- Chmelov V., Tereshchenko O., Oliinyk M.** Decorrelation Method for Passive Interference Signals in the Selection System of Slow-Moving Targets 109
- Horbatyi I., Tsymbaliuk I.** Software Processing of Signals with Amplitude Modulation of Many Components 116

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

Редакційна колегія журналу «Вісник Вінницького політехнічного інституту» приймає до розгляду наукові статті з новими матеріалами досліджень і науково-технічних розробок.

Рукописи усіх статей, що надходять до редакції, перевіряються на наявність плагіату за допомогою сертифікованих програм. Якщо під час перевірки будуть виявлені запозичення без посилань на відповідні літературні джерела у списку використаної літератури, то рукопис знімається з розгляду і автор отримує повідомлення про наявність плагіату.

Рукописи статей мають бути оформлені з дотриманням таких вимог.

Структура статті

1. Стаття має починатись зі вступу, написаного в формі, доступній для розуміння ширшого кола спеціалістів відповідної галузі науки. У вступі наводяться:

- постановка проблеми у загальному вигляді та висвітлення її зв'язку з важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення цієї проблеми і на яких ґрунтуються дослідження авторів;
- виділення невирішених раніше частин загальної проблеми;
- формулювання мети статті.

2. В основній частині статті викладаються і ґрунтовно роз'яснюються отримані твердження і результати.

Не слід перевантажувати статтю великою кількістю формул, дублюванням тих самих результатів у таблицях і графіках.

Бажано уникати довгих назв таблиць та рисунків. Слід застосовувати прийняті у тексті статті позначення та скорочення. Позначення і маловідомі терміни необхідно пояснювати.

3. Заключна частина має містити приклад (якщо це можливо), який ілюструє ефективність отриманих результатів, і висновки, що відображають основні результати і перспективи подальших досліджень.

Висновки мають повною мірою узгоджуватись зі змістом основного тексту.

4. Статтю слід розбивати на розділи з назвами, які відображають їхній зміст.

Обсяг статті:

- оглядово-узагальнювального характеру — до 10 сторінок формату А4;
- проблемного характеру — до 8 сторінок формату А4;
- про розв'язання конкретної наукової задачі — 5—7 сторінок формату А4;

Рукописи статей, що перевищують вказані обсяги, редакцією не приймаються.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ТА ПОДАННЯ РУКОПИСІВ СТАТЕЙ

В редакцію необхідно подати

– електронну версію рукопису статті.

Рукопис має бути ретельно перевірений і підписаний всіма авторами. Подальші виправлення та доповнення не допускаються;

– сканкопії супровідних документів.

Супровідні документи

1. Авторська довідка (шаблон див. на сайті журналу, стор. «Авторам», «Супровідні документи» <https://visnyk.vntu.edu.ua/public/docs/avtdov.doc>)

2. Довідка експертної комісії щодо відсутності в рукописі статті відомостей, заборонених до опублікування у відкритому друці.

3. Для співробітників закладів вищої освіти та наукових установ — витяг з протоколу засідання кафедри чи наукового підрозділу, де виконувались дослідження (протокол №__ від __), з

рекомендацією до опублікування.

Матеріали статті — рукопис та супровідні документи (сканкопії документів) подаються в електронному вигляді на адресу visnykvpi@gmail.com.

Рукопис статті готується з дотриманням таких вимог:

Стаття має бути написана українською мовою і надрукована на одній стороні аркушів формату А4. Поля: 3 см зліва, 1,5 см справа, по 2 см зверху і знизу.

1. Для підготовки статті застосовувати текстовий редактор Microsoft Office Word, використовуючи шрифт Times New Roman розміром 11 пт. з одинарним міжрядковим інтервалом. Всі сторінки рукопису мають бути пронумеровані (зліва знизу, «Arial, 10 pt).

Для зручності можна використати файл стилів Styl_stat.dot, доступний на сайті журналу (https://visnyk.vntu.edu.ua/public/docs/visnyk_styl_stat.dot).

2. Структура статті

2.1. У верхньому лівому кутку рукопису потрібно вказати індекс УДК (Times New Roman, 11 пт, зліва).

2.2. 2.2.1. Ініціали та прізвища авторів (друкувати напівжирними літерами, кожний з нового рядка (Times New Roman, 14 пт, справа);

2.2.2. З наступного рядка — **назва статті** (напівжирними великими літерами, відцентрувати, (Times New Roman, 16 пт));

2.2.3. З нового рядка вказуються назви установ, де працюють автори (Times New Roman, 11 пт, по центру);

2.2.4. З нового рядка — анотація статті. **Текст анотації має містити не менше, ніж 1800 знаків** (Arial, 9,5 пт, курсив, по ширині сторінки);

2.2.5. З нового рядка під назвою (напівжирним) «**Ключові слова:**» наводиться перелік ключових слів (Arial, 9,5 пт, по ширині сторінки).

2.3. 2.3.1. З нового рядка — **Вступ** (всі підзаголовки у статті — Times New Roman, 11 пт, напівжирними літерами, по центру, відступ зверху — 10 пт., знизу — 6 пт.).

2.3.2. Далі подається основний текст статті — результати досліджень (Times New Roman, 11 пт, по ширині сторінки, з міжрядковим інтервалом — «мінімум 12»);

2.3.3. Далі — **Висновки**.

2.4. З нового рядка подається СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ, оформлений згідно зі стилем цитування Інституту інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE Citation Style) у вигляді загального списку, складеного за чергою посилань у тексті (не за абеткою). У тексті рукопису посилання на літературу беруться в квадратні дужки кожний окремо (наприклад, [1], [2]). Посилання на неопубліковані праці не допускаються (Times New Roman, 9 пт, зліва, з міжрядковим інтервалом — «мінімум 11. Якщо в списку літератури є джерела, яким присвоєно міжнародний цифровий індикатор DOI (Digital Object Identifier), то його необхідно вказати, до прикладу,

[1] M. M. Vykov, V. V. Kovtun, A. Smolarz, and M. Satymbekov, “Research of neural network classifier in speaker recognition module for automated system of critical use,” *Proc. SPIE*, no. 45, pp. 104-152, 2017. <https://doi.org/10.1117/12.2280930> .

Далі зазначаються:

2.5. Відомості про авторів (українською): прізвище, ім’я, по батькові (без скорочень, напівжирним, курсивом), науковий ступінь, вчене звання, посада, повна назва установ, місто,

електронна адреса відповідального за статтю автора (Times New Roman, 10 пт, зліва).

2.6. Англійською мовою подаються всі елементи пунктів **2.2.1—2.2.5** та **2.5**.

3. У статті слід застосовувати Міжнародну систему одиниць (СІ).

4. Формули набираються у редакторі формул (Equation 3.0 або MathType) з використанням **лише латинських та грецьких літер**. *Не дозволяється використовувати літери кириличного алфавіту, у тому числі в індексах*. Кожна формула набирається як один об'єкт (full — 11 pt; subscript — 8 pt; sub-subscript/superscript — 6 pt, symbol — 10 pt).

Для *позначення змінних* у тексті статті не потрібно використовувати редактор формул за винятком випадків, де це необхідно (наприклад, змінна з одночасно верхнім та нижнім індексами).

5. *Ілюстрації* подаються включеними у текст статті (без OLE-зв'язку, кожна ілюстрація — один об'єкт) після першого посилання на них.

6. Кожна *таблиця* повинна мати номер та заголовок.

Приклад оформлення статті можна подивитись на сайті журналу (https://visnyk.vntu.edu.ua/public/docs/visnyk_prykl_stat.pdf;

Рукописи статей, оформлених з порушеннями зазначених вимог та правил, **до розгляду не приймаються**.

До статті можуть бути внесені зміни редакційного характеру без погодження з автором.

Гонорар авторам не виплачується.

Остаточне рішення щодо публікації статей приймає Вчена рада ВНТУ.

Умови оплати опублікування статей

Статті науковців ВНТУ публікуються безоплатно. Статті науковців інших установ, організацій та підприємств публікуються на умовах надання платних послуг. Після ухвалення Вченою радою ВНТУ змісту номеру журналу редколегія надсилає авторам на електронну адресу листи з реквізитами, сумою коштів та терміном оплати.

**Консультації щодо оформлення статей можна отримати у редактора
за телефоном 093 920 30 16**

E-mail: visnykvpi@gmail.com

<https://visnyk.vntu.edu.ua/>

Ідентифікатор медіа R30-01504.
Внесено до Реєстру суб'єктів у сфері друкованих медіа
за рішенням Національної ради України з питань телебачення
і радіомовлення № 1234 від 31.10.2023 р.

e-mail: visnykvpi@gmail.com <https://visnyk.vntu.edu.ua/>

Підписано до друку 30.04.2024.
Формат 29,7×42 1/2. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 14,32. Обл.-вид. арк. 14,76
Наклад 50 прим. Зам. № 2024-018.

Адреса редакції, видавця та виготовлювача:
Вінницький національний технічний університет
вул. Хмельницьке шосе, 95, ГНК к. 204, 114, м. Вінниця, 21021.

e-mail: irvc.vntu@gmail.com <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/category/journ>

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 3516 від 01.07.2009