

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 (167) 2023**

Схвалено Вченою радою  
Вінницького національного технічного університету,  
протокол № 12 від 4.05.2023 р.

© Вінницький національний технічний університет, 2023

Вінниця • ВНТУ • 2023

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;
- ☒ застосування результатів досліджень;
- ☒ екологія та екологічна безпека;
- ☒ економіка та менеджмент;
- ☒ енергетика, електротехніка та електромеханіка;
- ☒ 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](mailto: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); **Постолатій В. М.**, академік АН Молдови, д-р техн. наук (Інститут енергетики АН Молдови, Молдова); **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); **Ключко 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/10.31649/1997-9266-2023-167-2>

## ЕКОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

- Ранський А. П., Коріненко Б. В.** Альтернативна енергетика: отримання синтез-нафти в процесі піролізної переробки поліпропіленових відходів ..... 6
- Криховець О. В., Слободяник В. Г.** Дослідження плівок на основі полівінілового спирту як екологічного гнучкого пакування..... 15
- Сунь Сяодун, Іщенко В. А.** Поводження з використаними літій-іонними батареями в Китаї ..... 21

## ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

- Ткаченко С. Й., Власенко О. В.** Нестационарний теплообмін — визначення коефіцієнта тепловіддачі стаціонарним методом та методом регулярного теплового режиму..... 28
- Степанов Д. В., Резидент Н. В.** Ефективність газопоршневих когенераційних установок в системах централізованого тепlopостачання ..... 36

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА

- Мокін Б. І., Мокін О. Б., Шалагай Д. О.** Перші два етапи системного аналізу плану відбудови енергетики України в напрямку інтеграції в неї відновлювальних джерел..... 42
- Штовба С. Д., Петричко М. В., Петранова М. Ю.** Метрика схожості категоріальних розподілів, що враховує спорідненість різних категорій ..... 49
- Крижановський В. Г.** Ентропія та кількість інформації у технічних позначеннях ..... 58
- Здітовецький Ю. С., Бісікало О. В., Іванов Ю. Ю.** Інтелектуальна інформаційна система розпізнавання та аналізу складу продуктів харчування ..... 66
- Редько І. В., Зилевич М. О.** Теоретичні основи програмної релятивізації у технологічних системах програмування..... 72
- Романюк О. Н., Мельник О. В., Шмалюх В. А.** Метод прискореної кругової інтерполяції на гексагональному растрі ..... 81
- Карпінєць В. В., Катаєв В. С., Павловський П. В., Гереш Д. Ю.** Засіб захисту аналогового телефонного зв'язку на основі скремблера зі зміною коефіцієнтів вейвлет-перетворення..... 89
- Жданова О. Г., Коваленко В. В.** Задача складання розкладу виконання робіт з урахуванням їхніх часових вікон ..... 97
- Салієва О. В., Зоря І. С., Бондаренко І. О., Берестенко М. О.** Підвищення достовірності автентифікації користувача на основі захищеного електронного ключа та поведінкової біометрії..... 102

## МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ТРАНСПОРТ

- Савуляк В. І., Дмитрієв М. С., Шенфельд В. Й., Шаргородський К. С.** Функціональні покриття, які наплавлені з використанням гнучких електродних стрічок..... 112
- Смолін Ю. О.** Методика вибору кроку дискретизації індикаторних діаграм у цифрових методах контролю параметрів ДВЗ..... 119

## РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА РАДІОЕЛЕКТРОННЕ АПАРАТОБУДУВАННЯ

- Білинський Й. Й., Скалецька М. О.** Аналіз методів та засобів вимірювання вологості сипких продуктів ..... 125
- Сокольський С. О., Мовчанюк А. В.** Електроакустичний тракт детектора для виявлення малих безпілотних літальних апаратів ..... 135
- Кичак В. М., Ковальчук М. Б., Макогон О. С., Мельничук О. М.** Застосування частотно-імпульсних сигналів для синтезу завадостійких цифрових радіотехнічних пристроїв..... 145

# CONTENTS

Issue DOI <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2023-167-2>

## ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL SECURITY

- Ranskyi A., Korinenko B.** Alternative Energy: Obtaining Synthetic Oil During the Pyrolysis Processing of Polypropylene Waste ..... 6
- Krykhovets O., Slobodianyk V.** Research of Polyvinyl Alcohol-Based Films as Environmentally Friendly Flexible Packaging ..... 15
- Xiaodong S., Ishchenko V.** Waste Lithium-Ion Batteries Management in China ..... 21

## ENERGY GENERATION, ELECTRIC ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS

- Tkachenko S., Vlasenko O.** Non-Stationary Heat Exchange — Determination of the Heat Transfer Coefficient Using Stationary Methods and Regular Thermal Mode Methods ..... 28
- Stepanov D., Rezydent N.** Efficiency of Gas-Piston Cogeneration Facilities in the Systems of Centralized Heat Supply ..... 36

## INFORMATION TECHNOLOGIES AND COMPUTER ENGINEERING

- Mokin B., Mokin O., Shalagai D.** The First Two Stages of the Systemic Analysis of the Plan for the Reconstruction of Ukraine's Energy Sector Towards Integration of Renewable Sources..... 42
- Shtovba S., Petrychko M., Petranova M.** A Similarity Metric of Categorical Distributions that Accounts for the Kinship of Different Categories..... 49
- Kryzhanovskiy V.** Entropy and Quantity of Information in Technical Designations..... 58
- Zditovetskyi Yu., Bisikalo O., Ivanov Yu.** Intellectual Information System for Recognition and Food Product Composition Analysis ..... 66
- Redko I., Zylevich M.** Theoretical Foundations of Software Relativization in Technological Programming Systems ..... 72
- Romanyuk O., Melnyk O., Shmalyukh V.** Method of Accelerated Circular Interpolation on a Hexagonal Grid..... 81
- Karpinets V., Kataiev V., Pavlovskii P., Geresh D.** Device of Protection of Analog Telephone Communication Based on Scrambler with Change of Wavelet Conversion Coefficients ..... 89
- Zhdanova O., Kovalenko V.** Problem of Scheduling Jobs Considering Time Windows ..... 97
- Saliieva O., Zoria I., Bondarenko I., Berestenko M.** Increasing the Reliability of User Authentication Based on Protected Electronic Key and Behavioral Biometrics..... 102

## MECHANICAL ENGINEERING AND TRANSPORT

- Savuliak V., Dmytriiev M., Shenfeld V., Sharhorodskiy K.** Functional Coatings, Deposited Using Flexible Electrode Tapes ..... 112
- Smolin Yu.** Method for Selecting the Discretization Step of Indicator Diagrams in Digital Methods of Internal Combustion Engines Parameters Monitoring ..... 119

## RADIOELECTRONICS AND RADIOELECTRONIC EQUIPMENT MANUFACTURING

- Bilynskiy Yo., Skaletska M.** Analysis of Methods and Means for Measuring the Humidity of Bulk Products..... 125
- Sokolskyi S., Movchanyuk A.** Electro-Acoustic Path of the Detector for Detection of Small Unmanned Aerial Vehicles ..... 135
- Kychak V., Kovalchuk M., Makogon O., Melnytchuk O.** Application of Frequency-Pulse Signals for the Synthesis of Interference-Free Digital Radio Devices..... 145