

**MEASURING EQUIPMENT
AND METROLOGY**

**ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА
ТА МЕТРОЛОГІЯ**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

MEASURING EQUIPMENT AND METROLOGY

SCIENTIFIC JOURNAL

Editor-in-chief – Prof., Dr. Sc., Svyatoslav Yatsyshyn

Founded in 1965

Volume 84. Number 1

<https://doi.org/10.23939/istcmtm2023.01>.

Lviv
Lviv Polytechnic Publishing House
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА МЕТРОЛОГІЯ

МІЖВІДОМЧИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК

Головний редактор – д-р техн. наук, проф. Святослав Яцишин

Видається з 1965 року

Том 84. Випуск 1

<https://doi.org/10.23939/istcm2023.01>.

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2023

Рекомендувала Вчена рада Національного університету "Львівська політехніка"
(протокол № 91 засідання від 28.02.2023 р.)

Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
(серія KB № 13038-1922P від 20.07.2007 р.)

Входить до наукометричних баз Index Copernicus, CrossRef (DOI)

Recommended by the Academic Council of Lviv Polytechnic National University (protocol No. 81 of the session on 28.02.2022)

Certificate of state registration of print media HF (series KB No. 13038-1922P from 20.07.2007 p.)

Scientific Journal has been included in Index Copernicus, CrossRef (DOI)

Редакційна колегія:

Святослав Яцишин, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна
(головний редактор);

Тетяна Бубела, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна
(заступник головного редактора);

Орест Кочан, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна
(заступник головного редактора, вчений секретар)

Редакційна колегія:

Опрацювання та перетворення вимірювальних сигналів

Михайло Дорожовець, проф., д-р техн. наук,

Жешувська політехніка, Польща;

Орест Івахів, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна;
Вимірювання неелектричних величин

Роман Дунець, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна;

Олег Величко, проф., д-р техн. наук, Інститут електромагнітних вимірювань
Державного підприємства "Укрметргрестстандарт", Київ, Україна;

Біомедичні вимірювання та прилади

Зеновій Колодій, доц., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна;

Юрій Хома, доц., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна;
Вимірювальні перетворювачі

Галина Клим, проф., д-р техн. наук,

Національний університет "Львівська політехніка", Україна;

Тетяна Гордієнко, проф., д-р техн. наук, Державний університет
телекомунікацій, Київ, Україна;

Вимірювальні системи

Томас Фрільх, проф., д-р техн. наук,
Технічний університет Ільменуа, Німеччина;

Віталій Бабака, проф., д-р техн. наук,

Інститут технічної теплофізики

Національної академії наук України;

Автоматизація експериментальних досліджень

Роман Кочан, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна;

Олександр Васілевський, проф., д-р техн. наук, Вінницький
національний технічний університет, Україна;

Інформаційно-вимірювальні технології у мехатроніці та робототехніці

Сергій Прохоренко, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна;

Еберхард Манске, проф., д-р техн. наук,

Технічний університет Ільменуа, Німеччина;

Засоби вимірювань теплових величин

Орест Кочан, проф., д-р техн. наук,

Національний університет "Львівська політехніка", Україна;

Василь Яцук, проф., д-р техн. наук,

Національний університет "Львівська політехніка", Україна;
Метрологія, якість, стандартизація та сертифікація

Микола Микійчук, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна;

Тетяна Бубела, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна;

Засоби вимірювань електричних та магнітних величин

Святослав Яцишин, проф., д-р техн. наук,
Національний університет "Львівська політехніка", Україна;

Роман Куц, проф., д-р техн. наук, Йельський університет, Нью-Гейвен, США;
Комп'ютеризовані системи автоматички

Зіновій Мичуда, проф., д-р техн. наук, Національний університет
"Львівська політехніка", Україна;

Володимир Самотий, проф., д-р техн. наук,
Краківська політехніка, Польща;

Кшиштоф Пшиступа, доц., канд. техн. наук,
Львівська політехніка, Польща

Адреса редколегії:

Національний університет "Львівська політехніка",
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів-13
e-mail: ivt@polynet.lviv.ua

Editorial Board:

Svyatoslav Yatsyshyn, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine
(Editor-in-Chief);

Tetiana Bubela, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine
(deputy Editor-in-Chief);

Orest Kochan, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine
(deputy Editor-in-Chief)

Editorial Board Member:

Transforming and processing the measurement signals

Mykhailo Dorozhovets, Prof., Dr. Sc.,

Rzeszow Polytechnic, Poland;

Orest Ivakhiv, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;
Measurement of non-electric quantities

Roman Dunets, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Oleh Velychko, Prof., Dr. Sc.,
University of Electromagnetic Measurements, Kyiv, Ukraine;

Biomedical measurements and devices

Zenoviy Kolodiy, As.-Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Yuriy Khoma, As.-Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Measuring transducers

Halina Klym, Prof., Dr. Sc.,

Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Tetyana Hordiyenko, Prof., Dr. Sc.,
State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine;

Measuring systems

Thomas Fröhlich, Prof., Dr. Sc.,
Technical University, Ilmenau, Germany;

Vitaliy Babak, Prof., Dr. Sc.,
Institute of Technical Thermophysics of the National Academy
of Sciences, Kyiv, Ukraine;

Automation of experimental research

Roman Kochan, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Oleksandr Vasilevskiy, Prof., Dr. Sc.,
Vinnytskyi National Technical University, Ukraine;

Information and measurement technologies in mechatronics and robotics

Serhiy Prokhorenko, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Eberhard Manske, Prof., Dr. Sc.,

Technical University, Ilmenau, Germany;

Means for measuring the thermal quantities

Orest Kochan, Prof., Dr. Sc.,

Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Vasyl Yatsuk, Prof., Dr. Sc.,

Lviv Polytechnic National University, Ukraine;
Metrology, quality, standardization and certification

Mykola Mykyichuk, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Tetiana Bubela, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Means for measuring the electric and magnetic quantities

Svyatoslav Yatsyshyn, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Roman Kuc, Prof., Dr. Sc., Yale University, New Haven, USA
Computerized automatic systems

Zinoviy Mychuda, Prof., Dr. Sc.,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

Volodymyr Samotyy, Dr. Sc., Prof.,
Krakow University, Poland;

Krzysztof Przystupa, Ph. D., associate professor,
Lublin University of Technology, Poland

Address of Editorial Board:

Lviv Polytechnic National University,
12, S. Bandery str., Lviv-13, 79013,
e-mail: ivt@polynet.lviv.ua