

**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., Dr. h. c. Bohdan Stadnyk*

**Founded in 1965**

**Volume 82. Number 3**

[doi.org/10.23939/istcm2021.03](https://doi.org/10.23939/istcm2021.03)

Lviv  
Lviv Polytechnic Publishing House  
2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

# ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА МЕТРОЛОГІЯ

МІЖВІДОМЧИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК

*Головний редактор – д-р техн. наук, д-р h. c., проф. Б. І. Стадник*

**Видається з 1965 року**

**Том 82. Випуск 3**

[doi.org/10.23939/istcmtm2021.03](https://doi.org/10.23939/istcmtm2021.03)

Львів  
Видавництво Львівської політехніки  
2021

*Рекомендувала Вчена рада Національного університету “Львівська політехніка”  
(протокол № 70 від 23.02.2021 р.)*

*Свідоцтво 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. 70 of the session on 23.02.2021)*

*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:**

**Богдан Стадник**, проф., д-р техн. наук, д-р h. c.,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна  
(головний редактор);

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

**Святослав Яцишин**, проф., д-р техн. наук,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна  
(заступник головного редактора);

**Михайло Дорожовець**, проф., д-р техн. наук,  
Жешувська політехніка, Польща;

**Орест Івахів**, проф., д-р техн. наук,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна;

**Євген Походило**, проф., д-р техн. наук,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна;

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

**Зеновій Колодій**, проф., д-р техн. наук,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна;

**Юрій Хома**, канд. техн. наук, ст. викл.,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна;

**Галина Клим**, проф., д-р техн. наук,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна;

**Мирослав Тихан**, доц., д-р техн. наук,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна;

**Томас Фр'юліх**, проф., д-р техн. наук,  
Технічний університет, Ільменау, Німеччина;

**Віталій Бабак**, проф., д-р техн. наук,  
Інститут технічної теплофізики

Національної академії наук України;

**Роман Кочан**, проф., д-р техн. наук,  
Університет Бельсько-Бяла, Бельсько-Бяла, Польща;

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

**Еберхард Манске**, проф., д-р техн. наук,  
Технічний університет, Ільменау, Німеччина;

**Орест Кочан**, проф., д-р техн. наук,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна;

**Василь Яцук**, проф., д-р техн. наук,  
Національний університет “Львівська політехніка”, Україна;

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

**Роман Куц**, проф., д-р техн. наук,  
Йельський університет, Нью-Гейвен, США

### **Editorial Board:**

**Bohdan Stadnyk**, Prof., Dr. Sc., Dr. h. c.,  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine  
(editor-in-chief);

**Tetiana Bubela**, Prof., Dr. Sc.,  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine  
(vice-editor);

**Svyatoslav Yatsyshyn**, Prof., Dr. Sc.,  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine  
(vice-editor);

**Mykhailo Dorozhovets**, Prof., Dr. Sc.,  
Rzeszow Polytechnic, Poland;

**Orest Ivakhiv**, Prof., Dr. Sc.,  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

**Yevhen Pokhodylo**, Prof., Dr. Sc.,  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

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

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

**Yuriy Khoma**, PhD, Sen.-Lect.,  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

**Halina Klym**, Prof., Dr. Sc.,  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

**Myroslav Tyhan**, As.-Prof., Dr. Sc.,  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

**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;

**Roman Kochan**, Prof., Dr. Sc.,  
University of Bielsko-Biala, Bielsko-Biala, Poland;

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

**Eberhard Manske**, Prof., Dr. Sc.,  
Technical University, Ilmenau, Germany;

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

**Vasyl Yatsuk**, Prof., Dr. Sc.,  
Lviv Polytechnic National University, Ukraine;

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

**Roman Kuc**, Prof., Dr. Sc.,  
Yale University, New Haven, USA

#### *Адреса редколлегии:*

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

#### *Address of Editorial Board:*

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