

**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 83. Number 3

<https://doi.org/10.23939/istcmtm2022.03>.

Lviv
Lviv Polytechnic Publishing House
2022

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 83. Випуск 3

<https://doi.org/10.23939/istcm2022.03>.

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2022

*Рекомендувала Вчена рада Національного університету “Львівська політехніка”
(протокол № 81 засідання від 28.02.2022 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. 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:

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, 79013, Львів-13
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*

**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 83. Number 3

<https://doi.org/10.23939/istcmtm2022.03>.

Lviv
Lviv Polytechnic Publishing House
2022

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 83. Випуск 3

<https://doi.org/10.23939/istcm2022.03>.

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2022

*Рекомендувала Вчена рада Національного університету “Львівська політехніка”
(протокол № 81 засідання від 28.02.2022 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. 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:

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, 79013, Львів-13
e-mail: ivf@polynet.lviv.ua*

Address of Editorial Board:

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

CONTENT

TRANSFORMING AND PROCESSING THE MEASUREMENT SIGNALS

<i>Anatoliy Kovalchuk, Yuriy Peleckh, Tetiana Bubela</i> Bit operations with elements of the RSA algorithm in encryption-decryption of color images.....	5
<i>Anatoliy Kovalchuk, Nataliia Kustra, Svyatoslav Yatsyshyn</i> RSA algorithm in fractional-rational n-ary forms while encryption-decryption of monochrome images	11

MEASURING TRANSDUCERS

<i>Volodymyr Pashkevych, Volodymyr Krayovskyy, Petro Haranuk, Volodymyr Romaka, Yuriy Stadnyk, Lyubov Romaka, Andriy Horyn</i> Investigation of sensitive elements of temperature transducers based on thermometric material $\text{Lu}_{1-x}\text{Sc}_x\text{NiSb}$	16
--	----

AUTOMATION OF EXPERIMENTAL RESEARCH

<i>Oleh Meshcheriak, Oleh Velychko</i> Calibration of quartz electronic stopwatches comparison method using a digital camera.....	23
<i>Oleh Meshcheriak, Oleh Velychko</i> Calibration of analyzers of the mobile communication system parameters	30

METROLOGY, QUALITY, STANDARDIZATION AND CERTIFICATION

<i>Mykhaylo Dorozhovets</i> Direct solution of polynomial regression of order up to 3	35
--	----