



ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ  
ТЕХНИКА

Izmeritel'naya Tekhnika

№9 • 2023

Научно-технический журнал  
Периодичность 12 раз в год  
Основан в 1939 г.

С 1958 г. переводная версия  
«Measurement Techniques»  
ISSN 0543-1972 (Print)  
ISSN 1573-8906 (Online)  
Springer Nature  
www.springer.com/11018

Свидетельство о регистрации:  
ПИ № ФС 77-84564 от 06.02.2023 г.  
Издание зарегистрировано Федеральной службой  
по надзору в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций

#### УЧРЕДИТЕЛИ

Федеральное агентство по техническому  
регулированию и метрологии

ФГБУ «Всероссийский научно-  
исследовательский институт  
метрологической службы»

ФГУП «Всероссийский научно-  
исследовательский институт метрологии  
им. Д. И. Менделеева»

ФГБУ «Всероссийский научно-  
исследовательский институт оптико-  
физических измерений»

ФГУП «Всероссийский научно-  
исследовательский институт физико-  
технических и радиотехнических  
измерений»

МОО «Метрологическая академия»

#### ИЗДАТЕЛЬ

ФГБУ «Всероссийский научно-  
исследовательский институт  
метрологической службы»

Адрес редакции и издателя:  
119361, Москва, ул. Озёрная, 46,  
ФГБУ «ВНИИМС»  
Тел.: +7(495)781-48-70  
E-mail: izmt@vniims.ru  
Сайт: www.izmt.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

### ■ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ЭТАЛОНЫ

- С. М. Гаврилкин, В. М. Боровков, А. Э. Асланян, И. Н. Темницкий, А. О. Фёдоров, Л. В. Юров, Э. Г. Асланян, В. В. Швыдун, А. Н. Щипунов. Государственный первичный эталон единицы избыточного давления в диапазоне статического давления от 10 до 1600 МПа и в диапазоне импульсного давления от 1 до 1200 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см<sup>2</sup> ГЭТ 43-2022 ..... 4
- К. А. Мишина, Е. Н. Корчагина, Я. В. Казарцев. Государственный первичный специальный эталон единицы количества теплоты в области калориметрии растворения и реакций ГЭТ 133-2023..... 11
- А. А. Ахмеев, Е. В. Воронская. Государственный первичный эталон единиц коэффициентов преобразования силы электрического тока ГЭТ 152-2023..... 18

### ■ ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- С. В. Двойнишников, Г. В. Бакакин, В. О. Зуев, М. В. Кашкарова, В. А. Павлов. Расширение динамического диапазона измерительной системы, реализующей метод фазовой триангуляции..... 25

### ■ ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- А. Д. Абрамов. Корреляционно-спектральный метод измерения параметров микрорельефа прецизионных поверхностей промышленных изделий..... 31

### ■ МЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- С. Н. Григорьев, Д. А. Мастеренко, Э. С. Скопцов. Анализ профилей шероховатости стальных поверхностей после электроэрозионной обработки ..... 38

### ■ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- М. В. Гришин, А. В. Леонов, А. А. Куцобин. Метрологическое обеспечение цифровых электронных трансформаторов напряжения и маломощных датчиков напряжения..... 46
- С. М. Плотников, Н. Иксиль. Определение составляющих потерь в стали магнитопроводов электрических машин ..... 53

### ■ АКУСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- Д. В. Головин. Численный расчёт фазы комплексного акустического импеданса воздуха в цилиндрическом замкнутом объёме ..... 59

### ■ ДИСКУССИОННЫЕ ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИИ

- А. Ю. Кузин, А. Н. Крошкин, Л. К. Исаев, Ф. В. Булыгин, В. Д. Войтко. Практические аспекты применения искусственного интеллекта в метрологии..... 66



# ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Izmeritel'naya Tekhnika

## №9 • 2023

➤ Наиболее полная информация о государственных первичных эталонах и результатах научных исследований в области метрологии и обеспечения единства измерений.

➤ Индексация научных статей в ключевых российских и международных реферативных базах данных:  
⊗ RSCI (сводный рейтинг от 01.12.2022 г.) Q2;  
⊗ БAK;  
⊗ Scopus Q4:  
Engineering: Engineering (miscellaneous), General Engineering;  
Mathematics: Applied Mathematics;  
Physics and Astronomy: Instrumentation;  
⊗ WOS, Emerging Sources Citation Index (ESCI) Q4:  
Engineering, Multidisciplinary;  
Instruments & Instrumentation;  
⊗ «Белый список» РЦНИ.

➤ Полная электронная копия журнала размещена в Научной электронной библиотеке [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8723](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8723)

Доступ к электронным копиям архивных выпусков журнала (2003–2013 гг.) открыт на бесплатной основе. Доступ к выпускам журнала с 2014 г. по настоящее время осуществляется на платной основе по подписке.

Сдано в набор 04.09.2023.

Подписано в печать 09.10.2023.

Формат 60×90 1/8. Бумага мелованная.

Печать офсетная.

Усл. п. л. 9,0. Уч.-изд. л. 11,0. Тир. 150 экз. Зак. 23-11к.

Свободная цена.

Знаком информационной продукции не маркируется.

Отпечатано в ООО «Типография «Миттель Пресс»,  
127254, Москва, ул. Руставели, 14, с. 6, оф. 7.

Редакция не несёт ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения редакции может не совпадать с позицией авторов. Полное или частичное воспроизведение материалов допускается с письменного разрешения редакции. При перепечатке материалов ссылка на журнал «Измерительная техника» обязательна. Все поступившие в редакцию материалы подлежат рецензированию. Материалы, переданные в редакцию, не возвращаются.

Правила для авторов и требования к оформлению статей размещены на сайте [www.izmt.ru](http://www.izmt.ru)

## CONTENTS

### ■ STATE STANDARDS

- S. M. Gavrilkin, V. M. Borovkov, A. E. Aslanyan, I. N. Temnitskii, A. O. Fedorov, L. V. Yurov, E. G. Aslanyan, V. V. Shvydun, A. N. Shchipunov. State primary standard of the unit of overpressure in the range of static pressure from 10 to 1600 MPa and in the range of impulse pressure from 1 to 1200 MPa and the effective area of piston pairs of dead weight gauges in the range from 0.05 to 1 cm<sup>2</sup> GET 43-2022 ..... 4
- K. A. Mishina, E. N. Korchagina, Ia. V. Kazartsev. State primary special standard of the unit of heat quantity in the field of solution and reaction calorimetry GET 133-2023..... 11
- A. A. Akhmeev, E. V. Voronskaya. State primary standard of units for electric current intensity conversion coefficients GET 152-2023 ..... 18

### ■ LINEAR AND ANGULAR MEASUREMENTS

- S. V. Dvoynishnikov, G. V. Bakakin, V. O. Zuev, M. V. Kashkarova, V. A. Pavlov. Expanding the dynamic range of a measuring system that implements the phase triangulation method ..... 25

### ■ OPTICOPHYSICAL MEASUREMENTS

- A. D. Abramov. Correlation-spectral method for measuring the parameters of the microrelief of precision surfaces of industrial products ..... 31

### ■ MECHANICAL MEASUREMENTS

- S. N. Grigoriev, D. A. Masterenko, E. S. Skoptsov. The analysis of the measurement information on electrical discharge machined steel surfaces ..... 38

### ■ ELECTROMAGNETIC MEASUREMENTS

- M. V. Grishin, A. V. Leonov, A. A. Kucobin. Metrological support of digital electronic voltage transformers and low-power voltage transformers ..... 46
- S. M. Plotnikov, N. Iksil. Determination of components of losses in the steel of the magnetic circuit of electric machines ..... 53

### ■ ACOUSTIC MEASUREMENTS

- D. V. Golovin. Numerical calculation of the phase of the complex acoustic impedance of air in a cylindrical closed volume ..... 59

### ■ DISCUSSION ISSUES OF METROLOGY

- A. Yu. Kuzin, A. N. Kroshkin, L. K. Isaev, F. V. Bulygin, V. D. Voytko. Practical aspects of application of artificial intelligence in metrology..... 66

## Главный редактор

**В. Н. Крутиков**, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБУ «ВНИИОФИ», г. Москва, Россия

## Заместитель главного редактора

**И. В. Емельянова**, начальник редакционно-издательского отдела, ФГБУ «ВНИИМС», г. Москва, Россия

## Редакционная коллегия

**В. И. Белоцерковский**, канд. техн. наук, МОО «Метрологическая академия», г. Москва, Россия

**С. И. Донченко**, д-р техн. наук, профессор, генеральный директор, ФГУП «ВНИИФТРИ», г. п. Менделеево, Московская обл., Россия

**Л. К. Исаев**, д-р техн. наук, профессор, научный руководитель направления по законодательной метрологии, ФГБУ «ВНИИМС», г. Москва, Россия

**А. Д. Козлов**, д-р техн. наук, профессор, руководитель ГНМЦ ССД Росстандарта, ФГБУ «ВНИИМС», г. Москва, Россия

**Е. П. Кривцов**, д-р техн. наук, заместитель генерального директора, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», г. Санкт-Петербург, Россия

**А. Ю. Кузин**, д-р техн. наук, профессор, заместитель директора, ФГБУ «ВНИИМС», г. Москва, Россия

**С. В. Медведевских**, канд. техн. наук, руководитель отделения механических измерений, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», г. Санкт-Петербург, Россия

**В. В. Окрепилов**, д-р экон. наук, профессор, академик РАН, президент МОО «Метрологическая академия», г. Санкт-Петербург, Россия

**В. Н. Храменков**, д-р техн. наук, главный научный сотрудник, ФГБУ «ГНМЦ» МО РФ, г. Мытищи, Московская обл., Россия

**И. А. Шайко**, канд. техн. наук, первый заместитель генерального директора по научной работе, ЗАО «Супертехприбор», г. Мытищи, Московская обл., Россия

**В. В. Швыдун**, д-р техн. наук, заместитель генерального директора по перспективным исследованиям и инновациям, ФГУП «ВНИИФТРИ», г. п. Менделеево, Московская обл., Россия

## Редакция

**Ведущий научный редактор** Грачева И. Л.

**Корректор** Бучная М. В.

**Иллюстрации** Бабаев И. Н.

**Компьютерная вёрстка** Номм С. А.

## Editor-in-Chief

**V. N. Krutikov**, D. Sc. (Engineering), Professor, Chief Research Officer, All-Russian Research Institute for Optical and Physical Measurements, Moscow, Russian Federation

## Deputy Editor-in-Chief

**I. V. Emelianova**, Russian Research Institute for Metrological Service, Moscow, Russian Federation

## Editorial Board

**V. I. Belotserkovskiy**, Cand. Sc. (Engineering), Interregional Public Organization “Metrological Academy”, Moscow, Russian Federation

**S. I. Donchenko**, D. Sc. (Engineering), Professor, General Director, Russian Metrological Institute of Technical Physics and Radio Engineering, Mendeleevo, Moscow region, Russian Federation

**L. K. Isaev**, D. Sc. (Engineering), Professor, Academic Adviser of the Legal Metrology Department, Russian Research Institute for Metrological Service, Moscow, Russian Federation

**A. D. Kozlov**, D. Sc. (Engineering), Professor, Chief of CSMC SRD of Rosstandard, Russian Research Institute for Metrological Service, Moscow, Russian Federation

**E. P. Krivtsov**, D. Sc. (Engineering), Deputy General Director, D. I. Mendelev Institute for Metrology, St. Petersburg, Russian Federation

**A. Yu. Kuzin**, D. Sc. (Engineering), Professor, Deputy Director, Russian Research Institute for Metrological Service, Moscow, Russian Federation

**S. V. Medvedevskikh**, Cand. Sc. (Engineering), Head of Mechanical Measurements Department, D. I. Mendeleyev Institute for Metrology, St. Petersburg, Russian Federation

**V. V. Okrepilov**, D. Sc. (Economics), Professor, Academician of the RAS, President of Interregional Public Organization “Metrological Academy”, St. Petersburg, Russian Federation

**V. N. Khramenkov**, D. Sc. (Engineering), Chief Research Officer, Metrology Scientific Head Center, Mytishchi, Moscow region, Russian Federation

**I. A. Shaiko**, Cand. Sc. (Engineering), First Deputy General Director for Scientific Work, JSC “Supertechpribor”, Mytishchi, Moscow region, Russian Federation

**V. V. Shvydun**, D. Sc. (Engineering), Deputy General Director for Advanced Research and Innovations, Russian Metrological Institute of Technical Physics and Radio Engineering, Mendeleevo, Moscow region, Russian Federation

**Реклама, распространение и подписка** Керсова Л. А.  
**Тел.: +7(495)430-28-02, kersova@vniims.ru**