



ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ

ТЕХНИКА

Izmeritel'naya Tekhnika

№8 • 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

- А. В. Иванов, Н. Ю. Грязских, М. М. Чугунова, Д. Н. Зябликов, И. Н. Зябликова, Я. И. Ермакова, Е. П. Полунина, М. К. Аленичев, А. А. Юшина.** Государственный первичный эталон единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твёрдых веществах и материалах на основе спектральных методов ГЭТ 196-2023 4
- В. Н. Егоров, Е. Ю. Токарева, Е. К. Прокопьева, И. М. Малай, Ле Куанг Туен.** Государственный первичный эталон единиц комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот 0,1–178,4 ГГц ГЭТ 110-2023 12
- А. А. Стахеев, В. И. Добровольский, Т. П. Столбоушкина.** Государственный первичный эталон единиц массовой концентрации кислорода, водорода и углекислого газа в жидких средах ГЭТ 212-2023 18

■ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

- А. А. Данилов.** Направления совершенствования измерительных систем и их метрологического обеспечения 24

■ ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- В. И. Телешевский, В. А. Соколов.** Объёмная геометрическая точность многокоординатных измерительных и технологических систем: анализ и коррекция 30

■ ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- С. В. Двойнишников, Г. В. Бакакин, В. А. Павлов, В. Г. Меледин.** Быстрый алгоритм расшифровки изображения объекта в структурированном свете для измерения трёхмерного профиля в условиях нелинейности оптического тракта 36
- Н. Н. Василюк, Г. А. Нефедов, Е. А. Сидорова, Н. О. Шагимуратова.** Калибровка элементов внутреннего ориентирования цифровой камеры астродатчика по наземным наблюдениям звёзд: учёт атмосферной рефракции и аберрации света 42

■ МЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- А. В. Миргородская.** История развития капиллярного метода измерений кинематической вязкости: от вискозиметра Ломоносова до информационно-измерительной системы 53

■ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- Н. Л. Довгиллов, С. П. Морозова, С. В. Алексеев, А. Ю. Дунаев, В. Р. Гаврилов, И. Ю. Дмитриев, П. М. Линский, В. Н. Васильев.** Вакуумная широкоапертурная модель чёрного тела в диапазоне температур 223,15–423,15 К для радиометрической калибровки оптико-электронной аппаратуры наблюдения Земли 60
- А. В. Карпов, А. Е. Сычев, А. О. Сивакова.** Устройство для измерения коэффициента Зеебека термоэлектрических материалов в диапазоне температур 300–800 К 67



ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Izmeritel'naya Tekhnika

№8 • 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

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 03.08.2023.

Подписано в печать 13.09.2023.

Формат 60×90 1/8. Бумага мелованная.

Печать офсетная.

Усл. п. л. 9,0. Уч.-изд. л. 11,0. Тир. 150 экз. Зак. 23-30и.

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

CONTENTS

■ STATE STANDARDS

- A. V. Ivanov, N. Yu. Gryazskikh, M. M. Chugunova, D. N. Zyablikov, I. N. Zyablikova, Ya. I. Ermakova, E. P. Polunina, M. K. Alenichev, A. A. Yushina. *State primary standard of units of mass (molar) fraction and mass (molar) concentration of components in liquid and solid substances and materials based on spectral methods GET 196-2023* 4
- V. N. Egorov, E. Yu. Tokareva, E. K. Prokop'eva, I. M. Malay, Le Quang Tuyen. *The Primary standard for complex units of permittivity at frequency range 0.1–178.4 GHz GET 110-2023* 12
- A. A. Stakheev, V. I. Dobrovolskiy, T. P. Stolboushkina. *State primary standard of unit of the mass concentration of oxygen, hydrogen and carbon dioxide in liquid media GET 212-2023* 18

■ GENERAL PROBLEMS OF METROLOGY AND MEASUREMENT TECHNIQUES

- A. A. Danilov. *Areas of improvement of measuring systems and their metrological support* 24

■ LINEAR AND ANGULAR MEASUREMENTS

- V. I. Teleshevskii, V. A. Sokolov. *Volumetric geometric accuracy of multi-axis measurement and technological systems: analysis and correction* 30

■ OPTICOPHYSICAL MEASUREMENTS

- S. V. Dvoynishnikov, G. V. Bakakin, V. A. Pavlov, V. G. Meledin. *A fast algorithm for decoding an object image in structured light for measuring a three-dimensional profile in a non-linear optical path* 36
- N. N. Vasilyuk, G. A. Nefedov, E. A. Sidorova, N. O. Shagimuratova. *Calibration of intrinsic parameters of a star tracker's digital camera based on ground-based stars observations, taking into account atmospheric refraction and light aberration* 42

■ MECHANICAL MEASUREMENTS

- A. V. Mirgorodskaya. *The history of the development of the capillary method of measuring kinematic viscosity: from the Lomonosov viscometer to the information measuring system* 53

■ THERMOPHYSIC MEASUREMENTS

- N. L. Dovgilev, S. P. Morozova, S. V. Alekseev, A. Yu. Dunaev, V. R. Gavrilov, I. Yu. Dmitriev, P. M. Linskyi, V. N. Vasiliev. *Vacuum large-aperture blackbody model in the temperature range 223.15–423.15 K for radiometric calibration of optoelectronic equipment for Earth observation* 60
- A. V. Karpov, A. E. Sytshev, A. O. Sivakova. *Device for measuring the Seebeck coefficient of thermoelectric materials in the temperature range 300–800 K* 67

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