



**ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ  
ТЕХНИКА**

№ 4(73) • 2024

IZMERITEL'NAYA TEKHNIKA

**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](http://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](mailto:izmt@vniims.ru)  
Сайт: [www.izmt.ru](http://www.izmt.ru)

#### ■ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

- С. В. Соколов, Д. В. Маршаков, Е. Г. Чуб.** Устойчивое решение задачи автономной навигации подвижных объектов на аналитических траекторных интервалах по результатам инерциальных измерений ..... 4

#### ■ ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- С. В. Двойнишников, Г. В. Бакакин, В. А. Павлов, В. В. Рахманов.** Фильтрация результатов измерений трёхмерной геометрии объектов методом фазовой триангуляции в условиях нестационарного освещения ..... 16

#### ■ ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- С. А. Кирий, А. С. Свистунов, Д. А. Рымов, Р. С. Стариков, А. В. Шифрина, П. А. Черёмхин.** Восстановление изображений объектов: метод реконструкции с использованием цифровых внеосевых голограмм и генеративно-состязательной нейронной сети ..... 23
- Г. П. Арумов, А. В. Бухарин.** Миниатюризация лидаров упругого рассеяния: определение микроструктуры приземного слоя атмосферы ..... 32
- В. И. Григорьевский.** Оценка погрешностей спектрального метода измерений концентрации паров воды и влагозапаса в приземном слое атмосферы ..... 39

#### ■ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- О. Г. Бондарь, Е. О. Брежнева, К. А. Ботиков.** Автоматическая подстройка параметров алгоритма измерения температуры в широком диапазоне ..... 46
- Б. А. Лапшинов, Е. В. Матвеев, А. И. Гайдар, В. В. Берестов.** Определение температуры облучаемого микроволнами объекта методом спектральной пирометрии ..... 54

#### ■ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- Ю. Д. Болмусов, В. А. Мартынов.** Эталонный калибратор электрического напряжения в диапазоне частот 0,1–30,0 МГц ..... 62

#### ■ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИИ

- А. П. Чирков.** Метрологическое обеспечение сквозных технологий шестого технологического уклада: направления развития ..... 69



# ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

## № 4(73)·2024

### IZMERITEL'NAYA TEKHNIKA

➤ 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;

✓ BAK;

✓ 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 07.05.2024.

Подписано в печать 14.06.2024.

Формат 60x90 1/8. Бумага офсетная.

Печать цифровая.

Усл. п. л. 9,5. Уч.-изд. л. 11,6. Тир. 150 экз.

Зак. 072-24.

Свободная цена.

Знаком информационной продукции не маркируется.

Отпечатано в ООО «Мелга», 105082, Москва,

Рубцовская наб., 3, с. 1, пом. 31/1/1

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)

#### ■ GENERAL PROBLEMS OF METROLOGY AND MEASUREMENT TECHNIQUES

- S. V. Sokolov, D. V. Marshakov, E. G. Chub.** Stable solution to the problem of autonomous navigation of moving objects on analytical trajectory intervals based on the results of inertial measurements ..... 4

#### ■ LINEAR AND ANGULAR MEASUREMENTS

- S. V. Dvoinishnikov, G. V. Bakakin, V. A. Pavlov, V. V. Rakhmanov.** Filtering the results of measurements three-dimensional geometry of objects by the phase triangulation method under non-stationary lighting conditions ..... 16

#### ■ OPTICOPHYSICAL MEASUREMENTS

- S. A. Kiriya, A. S. Svistunov, D. A. Rymov, R. S. Starikov, A. V. Shifrina, P. A. Cheremkhin.** Reconstructing images of objects: method for reconstructing images from digital off-axis holograms based on a generative adversarial neural network ..... 23
- G. P. Arumov, A. V. Bukharin.** Miniaturization of elastic scattering lidars: determination of the microstructure of the surface layer of the atmosphere ..... 32
- V. I. Grigorievsky.** Estimation of errors of the spectral method for measuring the concentration of water vapor and moisture reserves in the surface layer of the Earth's atmosphere ..... 39

#### ■ THERMOPHYSIC MEASUREMENTS

- O. G. Bondar, E. O. Brezhneva, K. A. Botikov.** Automatic adjustment of the parameters of the temperature measurement algorithm in a wide range ..... 46
- B. A. Lapshinov, E. V. Matveev, A. I. Gaidar, V. V. Berestov.** Determination of the temperature of an object irradiated by microwaves using spectral pyrometry ..... 54

#### ■ ELECTROMAGNETIC MEASUREMENTS

- Yu. D. Bolmusov, V. A. Martinov.** Reference calibrator of electrical voltage in the frequency range 0.1–30.0 MHz ..... 62

#### ■ ECONOMIC PROBLEMS OF METROLOGY

- A. P. Chirkov.** Metrological support of end-to-end technologies of the sixth technological set-up: directions of development ..... 69

## 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.**

**Арт-директор Михеева А. В.**

**Компьютерная вёрстка Нотт 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. Mendeleev 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. Mendeleev 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**