



**ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ  
ТЕХНИКА  
2021  
№1**



# ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

## 2021

### №1 январь

Ежемесячный  
научно-технический  
журнал

Основан в 1939 г.

#### УЧРЕДИТЕЛИ

Федеральное агентство  
по техническому регулированию  
и метрологии

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

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

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

ФГУП «Всероссийский  
научно-исследовательский  
институт метрологической  
службы»

ФГУП «Российский  
научно-технический центр  
информации по стандартизации,  
метрологии и оценке соответствия»

Метрологическая академия

## СОДЕРЖАНИЕ

#### ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ЭТАЛОНЫ

*Т. В. Гроппа, В. С. Иванов, А. А. Либерман, А. С. Микрюков, С. А. Москалюк.*  
Государственный первичный эталон единицы средней мощности лазерного  
излучения ГЭТ 28-2016 ..... 3

#### ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИИ

*С. Г. Семенчинский.* Квантовый эффект Холла и постоянная Клитцинга ..... 9

#### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

*А. В. Лапко, В. А. Лапко.* Оценивание нелинейного функционала от плотности  
вероятности при оптимизации непараметрических решающих функций ..... 14

#### НАНОМЕТРОЛОГИЯ

*П. В. Гуляев.* Измерение длины объектов на изображениях сканирующего зондового  
микроскопа с помощью детекторов кривизны ..... 21

#### ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ

*Д. А. Парёхин.* Алгоритмы управления в квантовых стандартах частоты  
на основе эффекта когерентного пленения населённости ..... 27

#### ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

*А. А. Бурдакин, В. Р. Гаврилов, Е. А. Ус, В. С. Бормашов.* Новая реперная точка  
орбитальной калибровочной шкалы на базе эвтектического сплава In-Bi для  
применения в высокостабильных опорных бортовых излучателях нового  
поколения ..... 32

*Б. А. Лапшинов, Н. И. Тимченко.* Измерение пространственных характеристик  
эрозионной лазерной плазмы кремния с помощью малогабаритных спектро-  
метров высокого разрешения ..... 38

*В. К. Битюков, Р. А. Горбунов, Д. С. Симачков, А. А. Улановский, А. В. Фрунзе.*  
Оптическая часть пирометра установки для калибровки вольфрам-рениевых  
термопар ..... 43

#### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

*Н. В. Анютин.* Преобразование электромагнитного поля с описанной вокруг  
антенны замкнутой поверхности на апертуру антенны ..... 48

#### ИЗМЕРЕНИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

*И. М. Лебедеко, С. С. Хромов, Е. М. Чертенков, Т. В. Бондаренко.* Расчёт по-  
глощённой биологической тканью человека дозы излучения при использовании  
средств визуализации в лучевой терапии ..... 56

#### МЕДИЦИНСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

*А. А. Волков, И. А. Волков, А. Г. Плугов, Е. В. Кулябина, О. Н. Мелкова, Г. С. Лавров,  
Д. В. Бочарова, Я. И. Алексеев.* Генетический анализатор Нанофор 05  
в качестве средства измерений при секвенировании ДНК ..... 60

#### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

*С. В. Прокурин, А. Н. Щипунов, Д. А. Веньгина, Ф. Бастковский, Э. Юсал,  
С. Мкртчян, Б. К. Жанасбаева, А. Бескупский, О. Б. Табулло, Е. А. Золо-  
торевич, А. В. Петренко.* Результаты пилотных сличений национальных  
эталонов показателя активности ионов водорода в водных растворах ..... 66

Главный редактор  
С. С. Голубев

**Редакционная коллегия:**

**В. И. Белоцерковский**  
**С. И. Донченко**  
**И. В. Емельянова**  
(зам. гл. редактора)  
**Л. К. Исаев**  
**А. Д. Козлов**  
**Е. П. Кривцов**  
**В. Н. Крутиков**  
**А. Ю. Кузин**  
**С. В. Медведевских**  
**А. И. Механиков**  
**В. В. Окрепилов**  
**В. Н. Храменков**  
**И. А. Шайко**  
**В. В. Швыдун**

**Журнал переводится  
на английский язык  
под названием  
«Measurement  
Techniques»  
издательством Springer  
[www.springer.com/11018](http://www.springer.com/11018)**

Корректор М. В. Бучная  
Компьютерная вёрстка С. А. Мамедова

Сдано в набор: 25.12.2020.  
Подписано в печать: 29.01.2021.  
Формат 60х90 1/8. Бумага мелованная. Печать офсетная.  
Усл. п.л. 9,0. Уч.-изд. л. 11,5. Тир. 250 экз. Зак. 02-21а.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-21572  
от 15.07.2005.

Адрес редакции: 119361 Москва, ул. Озёрная, 46,  
ФГУП «ВНИИМС»  
Тел.: +7 (495) 781-48-70  
e-mail: izmt@vniims.ru  
[www.izmt.ru](http://www.izmt.ru)

Редакция не несёт ответственности за  
содержание рекламных материалов. Точка зрения  
редакции может не совпадать с мнением авторов.

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

© Измерительная техника, 2021

**STATE STANDARDS**

*T. V. Groppa, V. S. Ivanov, A. A. Liberman, A. S. Mikryukov, S. A. Moskalyuk. National primary standard for the unit of average laser radiation power GET 28-2016.....3*

**FUNDAMENTAL PROBLEMS OF METROLOGY**

*S. G. Semenchinskiy. Quantum Hall effect and von Klitzing constant.....9*

**GENERAL PROBLEMS OF METROLOGY AND MEASUREMENT TECHNIQUES**

*A. V. Lapko, V. A. Lapko. Estimation of a nonlinear functional from the probability density when optimizing nonparametric decision functions .....14*

**NANOMETROLOGY**

*P. V. Gulyaev. Measuring the length of objects on scanning probe microscope images using curvature detectors.....21*

**TIME AND FREQUENCY MEASUREMENTS**

*D. A. Paryohin. Control algorithms in quantum frequency standards based on the effect of coherent population trapping.....27*

**TERMOPHYSICAL MEASUREMENTS**

*A. A. Burdakin, V. R. Gavrilov, E. A. Us, V. S. Bormashov. New fixed point of on-orbit calibration scale based on the In-Bi eutectic alloy for application in novel high-stable space-borne standard sources.....32*

*B. A. Lapshinov, N. I. Timchenko. Measurement of the spatial characteristics of an erosive silicon laser plasma using small-sized high-resolution spectrometers .....38*

*V. K. Bityukov, R. A. Gorbunov, D. S. Simachkov, A. A. Ulanovsky, A. V. Frunze. The modified optical part of a pyrometer used for calibrating tungsten-rhenium thermocouples.....43*

**ELECTROMAGNETIC MEASUREMENTS**

*N. V. Anyutin. Electromagnetic field transformation from a surface closed around the antenna to its aperture .....48*

**MEASUREMENT OF IONIZING RADIATION**

*I. M. Lebedenko, S. S. Khromov, E. M. Chertenkov, T. V. Bondarenko. Calculation of the radiation dose absorbed by human biological tissue when using imaging equipment in radiotherapy.....56*

**MEDICAL AND BIOLOGICAL MEASUREMENTS**

*A. A. Volkov, I. A. Volkov, A. G. Plugov, E. V. Kulyabina, O. N. Melkova, G. S. Lavrov, D. V. Bocharova, Y. I. Alekseev. Genetic analyzer Nanophore 05 as a measuring instrument for DNA sequencing .....60*

**PHISICOCHEMICAL MEASUREMENTS**

*S. V. Prokunin, A. N. Shchipunov, D. A. Vengina, F. Bastkowskiy, E. Uysal, S. Mkrtychyan, B. K. Zhanasbaeva, A. Beskupskiy, O. B. Tabullo, E. A. Zolotarevich, A. V. Petrenko. Results of pilot comparisons of national standards for the activity of hydrogen ions in aqueous solutions.....66*