

ISSN 0368-1025



**ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ  
ТЕХНИКА  
2017**

**МАРТ № 3**



# ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

## 2017

№3 март

Ежемесячный  
научно-технический  
журнал  
основан в 1939 г.

Издаётся  
с приложением  
«Метрология»

### 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 «Уральский  
научно-исследовательский  
институт метрологии»

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

Метрологическая академия

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

- Ю. С. Сысоев. Использование смесей распределений для стохастического прогнозирования поведения параметров технических объектов . . . . . 3
- А. Ф. Янин, И. М. Дзапарова, В. И. Волченко, Е. А. Горбачева, А. Н. Куреня, В. Б. Петков. Многоканальная измерительная система для сбора данных с матриц из кремниевых фотомножителей . . . . . 8

### НАНОМЕТРОЛОГИЯ

- М. Н. Баршутина, А. Барчански. Применение метода импульсной лазерной абляции для получения контрастных жидкостей на основе наночастиц оксида диспрозия  $Dy_2O_3$  . . . . . 12
- С. А. Дарзнец, Д. А. Карбанов, А. Ю. Кузин, В. Б. Митюхляев, П. А. Тодуа, М. Н. Филиппов. Измерение высоты элементов нанорельефа поверхности методом трёхмерной реконструкции в растровом электронном микроскопе . . . . . 15

### ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- К. В. Чекурда, В. Л. Шур, М. А. Космина, Г. И. Лейбенгардт, А. Я. Лукин. Измерение углов многогранных призм на Государственном первичном эталоне единицы плоского угла ГЭТ 22—2014 . . . . . 19

### ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- С. А. Магницкий, Д. Н. Фроловцев, Д. П. Агапов, А. В. Дёмин, В. Н. Крутиков, Г. Г. Левин. Метрология одиночных фотонов для квантовых информационных технологий . . . . . 24
- А. Н. Королёв, А. Я. Лукин, Г. С. Полищук. Использование информационной избыточности в оптических цифровых измерительных системах с 2D-сенсором . . . . . 29

### МЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- В. М. Корнеева, С. С. Корнеев. Метод измерения силы резания при обработке металлов со сверхвысокими скоростями . . . . . 34
- В. И. Чесноков, Б. А. Иполитов. Оценивание составляющей погрешности, связанной с выбором модели течения газа в критических соплах . . . . . 38

### ИЗМЕРЕНИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

- С. Г. Трофимчук, И. И. Цветков, А. В. Оборин, А. Ю. Виллевальде. Первичный преобразователь для измерений плотности потока заряженных частиц . . . . . 44

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- В. М. Геворкян, К. В. Краюшкин. Алгоритм мониторинга состояния изоляции измерительных трансформаторов напряжения в цепи генераторного напряжения электростанций . . . . . 47

### РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- Д. Р. Фролов, А. А. Бабенко, А. Э. Бирюк, В. В. Кожевников, А. А. Свидлов. Особенности определения комплексных коэффициентов передачи преобразователей частоты методами совокупных измерений . . . . . 52
- А. В. Зенькович, В. Л. Балло, В. Б. Добровольский. Новая методика измерения нелинейных искажений аналоговых перемножителей сигналов . . . . . 55
- А. В. Филатов, М. Н. Анишин, С. Р. Газитов, С. Е. Тарасов, Б. В. Уткин, А. А. Шибельгут. Модернизированный входной блок микроволнового радиотермометра для дистанционного измерения температуры биологического объекта . . . . . 58

### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- В. С. Ройфе, А. А. Верховский, А. С. Запорожец, Е. Г. Парфёнова, В. Б. Козынченко. Метрологические проблемы строительной влагометрии . . . . . 63
- Т. С. Воронова, Ю. А. Липнин, В. Г. Мазур, А. Д. Пудалов. Исследование чувствительности широкодиапазонных пьезосорбционных влагочувствительных элементов для неразрушающего контроля органических растворителей . . . . . 65
- А. А. Ковалёва, Р. И. Саитов, А. С. Запорожец, Е. Г. Парфёнова. Методика градуировки серийных СВЧ-влагомеров . . . . . 68

### ИНФОРМАЦИЯ

- К сведению авторов . . . . . 71

**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 верстка *И. А. Остапенко*

Сдано в набор 10.03.2017.  
Подписано в печать 2017.  
Формат 60×90<sup>1/8</sup>. Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. п. л. 9,0. Уч.-изд. л. 11,10. Тир. 310 экз. Зак. 160.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-21572  
от 15.07.2005.

Адрес редакции: 119361 Москва, ул. Озёрная, 46,  
ФГУП «ВНИИМС»  
Тел.: 8 (495) 781-48-70;  
e-mail: [izmt@vniims.ru](mailto:izmt@vniims.ru); [izmt@yandex.ru](mailto:izmt@yandex.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.

Калужская типография стандартов,  
248021 Калуга, ул. Московская, 256.

© Измерительная техника, 2017

**GENERAL PROBLEMS OF METROLOGY AND MEASUREMENT TECHNIQUES**

- Yu. S. Sysoev. Use of distribution mixtures for stochastic forecasting of technical object parameters behaviour* . . . . . 3  
*A. F. Yanin, I. M. Dzaparova, V. I. Volchenko, E. A. Gorbacheva, A. N. Kurenya, V. B. Petkov. Multichannel data acquisition measuring system for the silicon photomultiplier matrices* . . . . . 8

**NANOMETROLOGY**

- M. N. Barshutina, A. Barchanski. Application of pulsed laser ablation method for obtaining of contrast liquids on base of dysprosium oxide Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles* . . . . . 12  
*S. A. Darznez, D. A. Karabanov, A. Yu. Kuzin, V. B. Mityukhlyayev, P. A. Todua, M. N. Filippov. Measurement of the surface nanorelief features height by the three-dimensional reconstruction method in a SEM* . . . . . 15

**LINEAR AND ANGULAR MEASUREMENTS**

- K. V. Chekirda, V. L. Shur, M. A. Kos'mina, G. I. Leibengardt, A. Ya. Lukin. Measurement of polygon angles using the State primary measurement standard of the plane angle unit GET 22—2014* 19

**OPTICOPHYSICAL MEASUREMENTS**

- S. A. Magnitsky, D. N. Frolov, D. P. Agapov, A. V. Dyomin, V. N. Krutikov, G. G. Levin. Metrology of single photons for quantum Its* . . . . . 24  
*A. N. Korolev, A. Ya Lukin, G. S. Polyshchuk. Usage of information redundancy in optical digital measuring systems with a 2D sensor* . . . . . 29

**MECHANICAL MEASUREMENTS**

- V. M. Korneyeva, S. S. Korneyev. Method of cutting force measurement in the time of processing with superhigh speed* . . . . . 34  
*V. I. Chesnokov, B. A. Ipolitov. Assessment of the error component related to the choice of the model of gas flow in the critical nozzles* . . . . . 38

**IONIZING RADIATION MEASUREMENTS**

- S. G. Trofimchuk, I. I. Tsvetkov, A. V. Oborin, A. Y. Villevalde. The primary detector for flux density rate of charged particles measurements* . . . . . 44

**ELECTROMAGNETIC MEASUREMENTS**

- V. M. Gevorkyan, K. V. Krayushkin. Voltage transformers insulation monitoring algorithm for voltage generation circuits on power plants* . . . . . 47

**RADIO MEASUREMENTS**

- D. R. Frolov, A. A. Babenko, A. E. Biryuk, V. V. Kozhevnikov, A. A. Svidlov. Peculiarities of frequency converters frequency response determination by aggregate measurements method* . . . . . 52  
*A. V. Zenkovich, V. L. Ballo, V. B. Dobrovolsky. A new method for measuring nonlinear distortion of analog multipliers* . . . . . 55  
*A. V. Filatov, M. N. Anishin, S. R. Gazitov, S. E. Tarasov, B. V. Utkin, A. A. Shibegut. Upgraded input unit microwave radio thermometer for remote measurement of the temperature inside a biological object* . . . . . 58

**PHYSICO-CHEMICAL MEASUREMENTS**

- V. S. Royfe, A. A. Verkhovskiy, A. S. Zaporozhets, E. G. Parfyonova, V. B. Kozynchenko. Metrological problems moisture metering in civil engineering* . . . . . 63  
*T. S. Voronova, Yu. A. Lipnin, V. G. Mazur, A. D. Pudalov. Research of sensitivity of wide-range pyezo-sorption sensors of humidity for nondestructive control of organic solvents* . . . . . 65  
*A. A. Kovalyova, R. I. Saitov, A. S. Zaporozhets, E. G. Parfyonova. Graduation procedure for serial microwave moisture meters* . . . . . 68

**INFORMATION**

- Informations for authors* . . . . . 71