

# ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА 2017

№ 11 ноябрь

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

- И. В. Бойков, Н. П. Кривулин. Восстановление входных сигналов дискретных динамических систем* ..... 3
- М. И. Киселев, А. С. Комшин, А. Б. Сырицкий. Прогнозирование технического состояния токарного инструмента на базе фазохронометрической измерительной информации* ..... 8

### НАНОМЕТРОЛОГИЯ

- В. Л. Минаев, Г. Г. Левин, А. В. Латышев, Д. В. Щеглов. Измерение профиля поверхности монокристаллической многослойной наноструктуры кремния интерференционным методом* ..... 12
- А. Д. Левин, А. Ю. Садагов, В. А. Щелконогов, А. М. Синебрюхова. Оценка размеров наночастиц в многокомпонентных коллоидных системах методом динамического рассеяния света* ..... 15

### ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- Ю. Б. Парвулюсов, Ю. Г. Якушенков. Принципы построения метрологического комплекса для аттестации высокоточных оптико-электронных угломеров* ..... 19

### ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- Г. П. Арумов, А. В. Бухарин. Использование ненормализованных моментов для определения статистических параметров несферических частиц по их изображениям* ..... 22
- А. Г. Четверикова, О. Н. Каныгина, М. М. Филяк, Е. С. Савинкова. Оптико-физические методы регистрации слабых структурных откликов дисперсных глинистых систем на воздействие микроволнового излучения* ..... 27
- В. А. Гречихин, Ю. Н. Кузук, А. В. Толкачев. Метод оценки пространственного сдвига объекта с использованием высокоскоростной видеокамеры* ..... 32

### МЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- М. И. Тонконог, К. А. Левин, А. С. Шабалин, В. А. Макаров, И. И. Фишман. Учёт фазовых переходов при воспроизведении газожидкостных потоков – путь совершенствования эталонов расхода многофазных потоков* ..... 36
- А. Ж. Чернявский, А. И. Данилин, С. А. Прохоров, С. А. Данилин. Точность определения параметров колебаний лопаток турбомашин при использовании нелинейной аппроксимации сигналов первичных преобразователей* ..... 41

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- О. Л. Сокол-Кутыловский. Измерение слабого магнитного поля низких частот на фоне геомагнитных вариаций* ..... 46
- Д. А. Бобылёв. Подход к цифровой обработке сигналов в помехоустойчивых измерителях-анализаторах импеданса* ..... 49
- С. П. Ващук, С. М. Слободян, Д. С. Ващук. Метод контроля параметров герметичного кабельного ввода* ..... 54

### РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

- К. Ю. Сахаров, О. В. Михеев, В. А. Туркин, М. И. Добротворский, А. В. Сухов. Эталон сравнения для сличения первичных эталонов единицы напряжённости импульсного электрического поля* ..... 58
- Л. Б. Рязанцев, В. П. Лихачёв. Оценка дальности и радиальной скорости объектов широкополосной радиолокационной станцией в условиях миграции отметок по каналам дальности* ..... 61
- А. С. Совлуков. Модификация резонансного метода измерений: площадь под резонансной кривой как информативный параметр* ..... 65

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИИ

- О. Ю. Булгаков, Е. И. Шайко. Методические аспекты технико-экономического обоснования целесообразности разработки средств измерений* ..... 69

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 *М. В. Фокина*

Сдано в набор 27.10.2017.  
Подписано в печать 07.12.2017.  
Формат 60x90<sup>1/8</sup>. Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. п.л. 9,0. Уч.-изд. л. 11,5. Тир. 320 экз. Зак 17-33/ж.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-21572  
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)  
[www.izmt.ru](http://www.izmt.ru)

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

ООО «Типография Миттель Пресс»  
[www.mittelpress.ru](http://www.mittelpress.ru), 8 (495) 647-01-89

© Измерительная техника, 2017

## CONTENTS

### GENERAL PROBLEMS OF METROLOGY AND MEASUREMENT TECHNIQUES

- I. V. Boikov, N. P. Krivulin. Restoring input signals of discrete dynamical systems* ..... 3  
*M. I. Kiselev, A. S. Komshin, A. B. Syritskiy. Prediction of turning tool technical condition evolution based on phasechronometric data* ..... 8

### NANOMETROLOGY

- V. L. Minaev, G. G. Levin, A. V. Latyshev, D. V. Sheglov. Measurement of the surface profile of a monoatomic multilayer of silicon nanostructure by interference method* ..... 12  
*A. D. Levin, A. Yu. Sadagov, V. A. Shelkonogov, A. M. Sinebruchova. The estimation of nanoparticles sizes in multicomponent colloid systems using dynamic light scattering* ..... 15

### LINEAR AND ANGULAR MEASUREMENTS

- Yu. B. Parvulyusov, Yu. G. Yakushenkov. Principles of metrological complex design for attestation of high-accuracy two-coordinate electro-optical angle measuring devices angle meters* ..... 19

### OPTICOPHYSICAL MEASUREMENTS

- G. P. Arumov, A. V. Bukharin. Usage of the nonnormalized moments to determine the statistical parameters of the nonspherical particles based on their images* ..... 22  
*A. G. Chetverikova, O. N. Kanygina, M. M. Filyak, E. S. Savinkova. Optic-physical methods for detection of weak structural responses of dispersed clay systems to the effect of microwave radiation* ..... 27  
*V. A. Grechikhin, Yu. N. Kuguk, A. V. Tolkachev. Method of an object spatial displacement estimation using high-speed video camera* ..... 32

### MECHANICAL MEASUREMENTS

- M. I. Tonkonog, K. A. Levin, A. S. Shabalin, V. A. Makarov, I. I. Fishman. Accounting of phase transitions during gas-liquid flows reproduction – the way to improve the measurement standards of multiphase flows discharge* ..... 36  
*A. Zh. Chernyavskiy, A. I. Danilin, S. A. Prokhorov, S. A. Danilin. The accuracy of determining the vibration parameters of turbomachines blades using non-linear approximation of the signals of the primary converters* ..... 41

### ELECTROMAGNETIC MEASUREMENTS

- O. L. Sokol-Kutylovskii. On measurement of a weak magnetic field of low frequencies in the presence of geomagnetic noise* ..... 46  
*D. A. Bobylev. Approach to a digital signal processing in noiseproof measuring-impedance analyzers* .. 49  
*S. P. Vashchuk, S. M. Slobodyan, D. S. Vashchuk. Parameter control method for the sealed cable inle* ..... 54

### RADIO MEASUREMENTS

- K. Yu. Sakharov, O. V. Mikheev, V. A. Turkin, M. I. Dobrotvorsky, A. V. Sukhov. Transfer standard for national standards of pulse electric field strength unit comparisons* ..... 58  
*L. B. Ryazantsev, V. P. Likhachev. Target range and velocity estimation in FMCW radar in range cell migration condition* ..... 61  
*A. S. Sovlukov. Modification of resonance method of measurements: area under resonance curve as informative parameter* ..... 65

### ECONOMIC PROBLEMS OF METROLOGY

- O. Yu. Bulgakov, E. I. Shaiko. Methodological aspects of the feasibility study for the development of measuring instruments* ..... 69