

# НАНОИНДУСТРИЯ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

 8  
2016 №70

## ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нанокалориметрия высокого временного разрешения и ее сочетание с микро- и нанофокусной рентгеновской дифракцией для исследования наноструктурированных материалов

## ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ДЛЯ АППАРАТУРЫ С ЖЕСТКИМИ УСЛОВИЯМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Особенности и примеры применения современных базовых матричных и базовых кристаллов как основы для специализированных микросхем

## ГИБРИДНОЕ НАНЕСЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

Инновационная установка для ионно-стимулированного формирования одно- и многокомпонентных металлических, диэлектрических и полупроводниковых слоев

В НОМЕРЕ:

ИННОВАЦИИ

ДОСТИЖЕНИЯ

ДИСКУССИИ

**ДИРЕКТОР КОМПАНИИ "МОНОКРИСТАЛЛ"  
О.В. КАЧАЛОВ О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ  
РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ  
ИСКУССТВЕННОГО САПФИРА, ТЕХНИЧЕСКИХ  
ИННОВАЦИЯХ И УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ  
ДЛЯ ЗАВОЕВАНИЯ ЛИДЕРСТВА НА МЕЖДУНАРОДНОМ  
РЫНКЕ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**





Выпускается при содействии Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. Журнал включен в Российский индекс научного цитирования, в базу RSCI на платформе Web of Science и в Перечень ВАК (с 18.03.2016)

#### Редакционный совет:

И. БЕЛЯЕВ, Е. БЛАГОВ, Ю. БОРИСОВ, С. БУЛЯРСКИЙ, В. БЫКОВ, П. ВЕРНИК, В. КАНЕВСКИЙ, А. ЛАТЫШЕВ, В. ЛУКИЧЕВ, В. ЛУЧИНИН, П. МАЛЬЦЕВ, Ю. ПАРХОМЕНКО, А. РЕЗНЁВ, А. САУРОВ (гл. ред.), А. СИГОВ, В. ТЕЛЕЦ, П. ТОДУА, Ю. ЧАПЛИГИН, И. ЯМИНСКИЙ

Главный редактор: А. САУРОВ

Зам. главного редактора: Д. ГУДИЛИН [dug@list.ru](mailto:dug@list.ru)

Корректор: А. ЛУЖКОВА

Отв. секретарь: Н. АДРИАНОВА [journal@electronics.ru](mailto:journal@electronics.ru)

Дизайн и компьютерная верстка: А. БОДРОВ

Фотография на обложку предоставлена компанией "Монокристалл"

#### Отдел рекламы:

О. ЛАВРЕНТЬЕВА [nano@technosphera.ru](mailto:nano@technosphera.ru)

Сбыт: А. МЕТЛОВ [sales@electronics.ru](mailto:sales@electronics.ru)

Подписка: Е. ЗАЙКОВА [magazine@technosphera.ru](mailto:magazine@technosphera.ru)

Учредитель: ЗАО "РИЦ "ТЕХНОСФЕРА"

Генеральный директор: О. КАЗАНЦЕВА

НАНОИНДУСТРИЯ ©

Перерегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 16.02.2009 ПИ № ФС 77-35273

Журнал издается 8 раз в год с 2012 года

Тираж 4 000 экз. Цена договорная

Подписано в печать 13.12.2016

© При перепечатке ссылка

на журнал "НАНОИНДУСТРИЯ" обязательна.

Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.

Рукописи рецензируются, но не возвращаются.

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО "ИПК Парето-Принт", г. Тверь, [www.pareto-print.ru](http://www.pareto-print.ru)

ЗАО "РИЦ "ТЕХНОСФЕРА"

Адрес редакции:

ул. Краснопольская, д.16, стр.2

Для писем: 125319, Москва, а/я 91

Тел.: (495) 234-0110 доб. 183

Факс: (495) 956-3346

E-mail: [journal@electronics.ru](mailto:journal@electronics.ru)

Internet <http://www.nanoindustry.su>

<http://elibrary.ru>

[www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru)



ТЕХНОСФЕРА  
рекламно-издательский центр

## IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

### Competent opinion

Leadership in sphere of high technologies, secrets of Monocrystal

O. Katchalov

### Компетентное мнение

Лидерство в сфере высоких технологий: секреты "Монокристалла"

О. Качалов

### Military and space technology

Hardware Trojans. Part2: examples of implementation, methods of insertion and activation

E. Kuznetsov, A. Saurov

In the second part of a series of articles devoted to hardware Trojan examples of their implementation and insertion into integrated circuits are given.

Keywords: hardware Trojan, hardware backdoor, malicious modification

### Военные и космические технологии

Аппаратные трояны. Часть 2: примеры реализации, способы внедрения и активации

Е. Кузнецов, А. Сауров

Во второй части цикла статей, посвященных аппаратным закладкам в интегральных схемах – аппаратным троянам, приведены примеры их реализации и внедрения в интегральные схемы.

Ключевые слова: аппаратная закладка, кибербезопасность, аппаратный троян, несанкционированная модификация

### Promising element base for equipment operating in harsh environments

A. Denisov, V. Koniakhin

The features of uncommitted logic array (ULA) and gate array (GA) as basis for the implementation of ASIC are considered. The up-to-date 5521 and 5529 GA families and 5503 and 5507 small-scale integration ULA families are presented.

Keywords: ASIC, gate array

### Перспективная элементная база для аппаратуры с жесткими условиями эксплуатации

А. Денисов, В. Коняхин

Рассмотрены особенности базовых матричных и базовых кристаллов как основы для реализации специализированных микросхем.

Представлены современные серии базовых кристаллов 5521 и 5529, а также БМК малой степени интеграции серий 5503 и 5507

Ключевые слова: специализированные БИС, базовый кристалл

### Up-to-date small scale integration chips for space applications

V. Kononov, V. Koniakhin, S. Brazhnikov

This article describes two series of small-scale integration chips developed on the basis of 5529TP015 gate array: a family of standard logic multifunctional ICs and a series of digital-analog ICs for LVDS and LVDM differential communication line.

Keywords: multifunction IC, LVDS, LVDM

### Современные микросхемы малой степени интеграции для аппаратуры космического назначения

В. Кононов, В. Коняхин, С. Бражников

Представлены серия многофункциональных микросхем стандартной логики и серия цифро-аналоговых микросхем для организации дифференциальной линии связи LVDS и LVDM, разработанные на основе базового кристалла 5529TP015.

Ключевые слова: многофункциональные микросхемы, LVDS, LVDM

### ADC phase locked loop

M. Sizov, N. Malashevich, R. Fedorov

This article describes a new type of ADC with the phase locked loop (ADC with PLL). It describes the functional structure of the developed device. It also outlines the features of ADC with PLL.

Keywords: phase locked loop, ADC

### АЦП с контуром фазовой автоподстройки частоты

М. Сизов, Н. Малашевич, Р. Федоров

Описывается новый тип АЦП с ФАПЧ. Представлена функциональная структура разработанного устройства. Рассмотрены особенности АЦП с ФАПЧ.

Ключевые слова: фазовая автоподстройка частоты, АЦП

### Implementation of experimental software prototype for control of fault tolerance of IC design

O. Brekhov, A. Klimentko, A. Shdanov, A. Yakupov

A set of developed modules that form the software core of the experimental prototype of a hardware-software system for control of fault tolerance of IC design is presented.

Keywords: hardware-software system, fault tolerance

### Реализация экспериментального образца программного комплекса контроля сбоеустойчивости проекта микросхемы

О. Брехов, А. Клименко, А. Шданов, А. Якупов

Представлены модули программного обеспечения экспериментального образца программно-аппаратного комплекса для контроля сбоеустойчивости проекта микросхемы.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, сбоеустойчивость

### Control and measurement

High temporal resolution nanocalorimetry and its combination with micro- and nanofocus x-ray diffraction for study of functional nanostructured materials

A. Melnikov, A. Rodygin, K. Grafskaya, D. Anokhin, D. Ivanov

Combination of high temporal resolution nanocalorimetry with micro- and nanofocus x-ray diffraction allows to study complex structure formation processes in nanostructured functional materials of different nature.

Keywords: microstructure, nanocalorimetry, structure formation

### Контроль и измерения

Нанокалориметрия высокого временного разрешения и ее сочетание с микро- и нанодифракцией рентгеновской дифракцией для исследования функциональных наноструктурированных материалов

А. Мельников, А. Родыгин, К. Графская, Д. Анохин, Д. Иванов

Сочетание нанокалориметрии высокого временного разрешения с микро- и нанодифракцией рентгеновской дифракцией позволяет изучать сложные процессы структурообразования в функциональных наноструктурированных материалах.

Ключевые слова: микроструктура, нанокалориметрия, структурообразование

### Biosensor for detection of viruses and bacteria in liquids

A. Akhmetova, N. Gutnik, G. Meshkov,

I. Nazarov, O. Sinitsyna, I. Yaminsky

This paper describes the development of a compact and inexpensive biosensor intended for use in medical diagnostics.

Keywords: scanning probe microscopy, flow-through liquid cell, biochip

### Биосенсор для обнаружения вирусов и бактерий в жидкостях

А. Ахметова, Н. Гутник, Г. Мешков,

И. Назаров, О. Синицына, И. Яминский

Приведено описание разработки компактного и недорогого биосенсора, предназначенного для использования в медицинской диагностике.

Ключевые слова: сканирующий зондовый микроскоп, проточная жидкостная ячейка, биочип



Свежий номер журнала Вы можете приобрести:

Москва:

В редакции журнала "НАНОИНДУСТРИЯ"  
г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 2

Санкт-Петербург:

Пред-во "Золотой Шар ТМ",  
Невский пр-т, д. 44, 5-й этаж, офис 6,  
т. (812) 325-7544, 117-6862, 110-4366,  
root@zolshar.spb.ru

Екатеринбург:

Пред-во "Золотой Шар ТМ",  
ул. Народной воли, д. 25, т. (343) 212-1810, 212-1331,  
ф. (343) 212-2314, zolshar@online.ural.ru, ekp@front.ru

Новосибирск:

Пред-во "Золотой Шар ТМ",  
пр-т К.Маркса, д. 57, офис 708,  
т. (3832) 46-2473, ф. (3832) 27-6380, nbzsh@mail.ru

Минск:

Пред-во "Золотой Шар ТМ", пл. Казинца, д. 3,  
офис 456, т. (10-375-172) 78-0914,  
zolshar@integral.minsk.by

Ижевск:

Пред-во "Золотой Шар ТМ",  
ул. Софьи Ковалевской, д. 4а, офис 4,  
т. (3412) 42-5241, т./ф. (3412) 42-5472,  
office@zolshar.izhnet.ru

## Подписка

- по каталогу "Газеты и журналы" агентства "Роспечать", индексы 80939 – полугодовой индекс 48508 – годовой индекс
- ЗАО "МК-Периодика"
- ООО "Урал-Пресс"
- ООО "Информнаука" – зарубежная подписка
- в редакции журнала по тел.: (495) 234-0110 e-mail: magazine@technosphaera.ru

Подписаться на электронную версию на сайт:  
www.nanoindustry.su, elibrary.ru, www.e.lanbook.ru

## Foreign subscriptions are accepted

- by the Agency "Mezhdunarodnaya Kniga".  
Phone: (007 495) 238-4967, Fax: (007 495) 238-4634  
or by companies cooperating with Mezhnkiga
- by the "Rospechat" agency catalogue "Russian Newspapers & Magazines – 2005",  
Phone: (007 495) 195-6677, 195-6418,  
Fax: (007 495) 195-1431, 785-1470,  
E-mail: ovs@rosp.ru, http://www.rosp.ru

## Наши представители в Германии

REC Russland Experten Consulting GmbH  
Zinglerstrasse 70  
89077 Ulm / Germany  
Т +(49) 731 3788 0070  
М +(49) 151 15682 018  
mailto: info@russland-experten.com  
www.russland-experten.com

### Combined scanning ion conductance, electrochemical and piezoelectrochemical microscopy of surfaces

G.Meshkov, O.Sinitzyna, I.Yaminsky

On the basis of scanning probe microscope an experimental facility to implement a scanning capillary microscopy, scanning electrochemical microscopy and scanning piezoelectric microscopy was developed.

**Keywords:** scanning probe microscopy, scanning capillary microscopy

### Nanomaterials

#### Creation and study of organic zeolite-like materials

K.Grafskaya, A.Piryazev, D.Anokhin, B.Zimka, D.Ivanov

The paper deals with the method of forming thermally stable cubic gyroid phase, which is organic zeolite-like material.

**Keywords:** mesogens, amphiphiles, the ion-conducting membrane

### Nanotechnology

#### Engineering center for flexible and printed electronics and photonics

V.Luchinin

Engineering center for flexible and printed electronics and photonics, which focuses on creating digital microproduction of microhardware of new generation, is organized on the basis of ETU "LETI".

**Keywords:** engineering, microproduction

#### Microwave characteristics of transistors made of silicon-on-insulator with a channel length of 180 nm

A.Benediktov, E.Gomez, A.Potupchik, A.Mikhailov, A.Smirnov

The operation of silicon-based and silicon on insulator (SOI) based 0.5  $\mu\text{m}$  MOSFETs has considered at the temperature range from  $-60$  to  $250^\circ\text{C}$ .

**Keywords:** high temperature electronics, silicon-on-insulator, bulk silicon

#### Facility with hybrid plasma reactor

A.Ayrapetov, E.Kralkina, P.Neklyudova, V.Odinokov, V.Pavlov, G.Pavlov, V.Solozub

The design of a system for ion-induced deposition of single and multicomponent metal, dielectric and semiconductor layers is described.

**Keywords:** thin film technology, hybrid plasma system

#### Methods of surface chemical patterning

A.Kuznetsov, K.Puchnin, V.Grudtsov

The mask and mask-free methods of functionalization for the surface patterning of different materials are considered.

**Keywords:** photolithography, microcontact printing, inkjet printing

### Совмещенная сканирующая ион-проводящая, электрохимическая и пьезоэлектрохимическая микроскопия поверхностей материалов

Г.Мешков, О.Синицына, И.Яминский

Разработана экспериментальная установка для реализации сканирующей капиллярной микроскопии, сканирующей электрохимической микроскопии и сканирующей пьезоэлектрохимической микроскопии.

**Ключевые слова:** сканирующая капиллярная микроскопия

### Наноматериалы

#### Создание и исследование органических цеолито-подобных материалов

К.Графская, А.Пирязев, Д.Анохин, Б.Зимка, Д.Иванов

Статья посвящена способу формирования термически стабильной кубической гироидной фазы, являющейся органическим цеолито-подобным материалом.

**Ключевые слова:** мезогены, амфифилы, ионпроводящие мембраны

### Нанотехнологии

#### Инжиниринговый центр "Гибкая печатная электроника и фотоника"

В.Лучинин

На базе СПбГЭТУ "ЛЭТИ" организован инжиниринговый центр "Гибкая печатная электроника и фотоника", ориентированный на создание цифровых микропроизводств микроэлектроники нового поколения.

**Ключевые слова:** инжиниринг, микропроизводство

#### Особенности работы МОП-транзисторов на основе кремниевых структур при высоких температурах

А.Бенедиктов, Е.Горнев, А.Потупчик, А.Михайлов, А.Смирнов

Исследована работа МОП-транзисторов, выполненных на структурах кремний на изоляторе (КНИ) и на объемном кремнии, в диапазоне температур от  $-60$  до  $250^\circ\text{C}$ .

**Ключевые слова:** высокотемпературная электроника, кремний на изоляторе, объемный кремний

#### Установка с гибридным плазменным реактором

А.Айрапетов, Е.Кралькина, П.Неклюдова, В.Одинокоев, В.Павлов, Г.Павлов, В.Солозуб

Рассмотрена конструкция установки для ионно-стимулированного формирования одно- и многокомпонентных металлических, диэлектрических и полупроводниковых слоев.

**Ключевые слова:** тонкопленочные технологии, гибридная плазменная система

#### Методы создания химических рисунков на поверхности

А.Кузнецов, К.Пучнин, В.Грудтсов

Рассмотрены масочные и безмасочные методы функционализации для формирования рисунков на поверхностях различных материалов.

**Ключевые слова:** фотолитография, микроконтактная печать, струйная печать

## Contents in 2016 118 Содержание 2016

### СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

Interaktiv .....	29	Мир биотехнологий .....	59
IPhEV & CPhI Russia .....	73	МЭЛЗ-Инвест .....	21
Ай Ди Эй Технологии .....	67	НИИ КП .....	вклейка
ВакуумТехЭкспо .....	4 обл.	НИИТМ .....	109
Всероссийская конференция по неразрушающему контролю и технической диагностике .....	103	ПТЯ .....	95
Высокие технологии. Инновации. Инвестиции. ....	3 обл.	СПбГЭТУ "ЛЭТИ" .....	клапан, 2 обл.
Изовак .....	47	Территория NDT .....	77
Композит-Экспо .....	39	ТИСЧУМ .....	5
Микросистемы .....	клапан	ЦПТ .....	1
		ЭСТ-СМТ .....	3