

# НАНОИНДУСТРИЯ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

## ВЗАИМОСВЯЗЬ СВОЙСТВ И СТЕПЕНИ ДИСПЕРСИИ НАНОПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ НАНОКОМПОЗИТОВ ПОЛИМЕР/УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

Введен параметр степени дисперсии нанополнителя, показана взаимосвязь этого параметра и степени усиления, что позволяет прогнозировать свойства нанокомпозитов

## КЛАСТЕР ЛОМОНОСОВ: ГОД СПУСТЯ. РАБОТАЕМ!

За год собрана улучшенная установка для совмещенной сканирующей капиллярной микроскопии и молекулярной 3D-печати, усовершенствовано программное обеспечение "ФемтоСкан Онлайн" – лучшее решение для обработки 3D-данных в микроскопии

## МИКРОСФЕРИЧЕСКИЕ АЛМАЗНЫЕ НАКОНЕЧНИКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ

Разработана методика создания сфероконического алмазного индентора. Продемонстрирована применимость индентора и диаграммы нагружения-внедрения во время индентирования

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ТЕРМОЭМИССИОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ РАБОТЫ СКАНИРУЮЩЕГО ТУННЕЛЬНОГО МИКРОСКОПА В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ

Исследованы тонкопленочные покрытия, образующиеся при термоэмиссионном распылении ряда металлов и сплавов для первого в мире космического сканирующего туннельного микроскопа, исполненного в виде спутника Земли

В НОМЕРЕ:

ИННОВАЦИИ

ДОСТИЖЕНИЯ

ДИСКУССИИ



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:

**ЛАТЫШЕВ Александр Васильевич**, д.ф.-м.н., академик РАН, директор института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск, Россия

**ЛУКИЧЁВ Владимир Федорович**, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., директор ФТИАН, Москва, Россия

**САУРОВ Александр Николаевич**, д.т.н., проф., академик РАН, директор Института нанотехнологий микроэлектроники Российской академии наук

**СИГОВ Александр Сергеевич**, д.ф.-м.н., проф., академик РАН, президент Московского технологического университета (МИРЭА)

**ЧАПЛЫГИН Юрий Александрович**, д.т.н., проф., академик РАН, президент Национального исследовательского университета "МИЭТ"

#### Редакционная коллегия:

**СВЕТУХИН Вячеслав Викторович**, д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН, проф., директор НПК "Технологический центр" (главный редактор журнала "НАНОИНДУСТРИЯ"), Москва, Россия

**АЛЁШИН Алексей Николаевич**, к.ф.-м.н., доц., зам. гл. редактора журнала "НАНОИНДУСТРИЯ", Москва, Россия

**БАСАЕВ Александр Сергеевич**, к.ф.-м.н., зам. директора ГНЦ РФ ГУ НПК "Технологический центр" МИЭТ, Москва, Россия

**БУЛЯРСКИЙ Сергей Викторович**, д.ф.-м.н., проф., чл.-корр. Академии наук Республики Татарстан, проректор по научной работе Ульяновского государственного университета, заведующий кафедрой инженерной физики, г. Ульяновск

**БЫКОВ Виктор Александрович**, д.т.н., проф., генеральный директор ЗАО "НГ-МДТ", Москва, Россия

**ВЕРНИК Петр Аркадьевич**, директор Института стратегий развития, Москва, Россия

**КАНЕВСКИЙ Владимир Михайлович**, к.ф.-м.н., зам. директора Института кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН, Москва, Россия

**МАЛЬЦЕВ Петр Павлович**, д.т.н., проф., научный руководитель Института СВЧ полупроводниковой электроники РАН, зам. председателя Экспертного совета ВАК, Москва, Россия

**ТЕЛЕЦ Виталий Арсеньевич**, д.т.н., проф., директор института экстремальной прикладной электроники НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

**ТИМОШЕНКОВ Сергей Петрович**, д.т.н., проф., директор Института нано- и микросистемной техники НИУ МИЭТ (Институт НМСТ, НИУ МИЭТ), Зеленоград, Россия

**ШЕЛЕПИН Николай Алексеевич**, д.т.н., проф., руководитель научного направления "Микроэлектроника" ИНМЭ РАН, Москва, Россия

**ЯМИНСКИЙ Игорь Владимирович**, д.ф.-м.н., проф., генеральный директор ООО НПП "Центр перспективных технологий", Москва, Россия

Главный редактор: **В.В.СВЕТУХИН**

Зам. главного редактора: **А.Н.АЛЁШИН**

Корректор: **А.В.ЛУЖКОВА**

Отв. секретарь: **Э.А.ГАЗИНА** journal@electronics.ru

Дизайн и компьютерная верстка: **А.С.БОДРОВ**



**ТЕХНОСФЕРА**  
рекламно-издательский центр

## СОДЕРЖАНИЕ

### 8 Нанотехнологии ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ТЕРМОЭМИССИОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ РАБОТЫ СКАНИРУЮЩЕГО ТУННЕЛЬНОГО МИКРОСКОПА В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ

*Б.А.Логинов, Ю.В.Хрипунов, М.А.Щербина, А.О.Вьюник, В.Д.Дмитриева, А.А.Дьякова, М.К.Лебедева, В.С.Макаев, А.Р.Первых, Д.С.Шевченко, С.Д.Ханин*

### 18 СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ ПЛЕНОК МЕДИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА МЕДИ КАТОДНЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ В АТМОСФЕРЕ ВОДОРОДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ПЕРЕМЕННЫХ ЕМКОСТЕЙ

*А.В.Смирнов, О.П.Чернова, А.А.Терентьев*

### 26 СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ SUBSTANTIA NIGRA

*А.И.Ахметова, Т.О.Советников, Е.О.Зорикова, И.В.Яминский*

### 32 Образование РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ SMARTLAB ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ ТЕХНОЛОГИЯМ IOT

*М.А.Мастерских, М.Г.Кноль, А.О.Роечко (Дудник)*

### 44 Оборудование для наноиндустрии МИКРОСФЕРИЧЕСКИЕ АЛМАЗНЫЕ НАКОНЕЧНИКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ

*А.С.Кушнерева, И.В.Лактионов, А.С.Усеинов, С.В.Орлов, Е.С.Статник, П.А.Сомов*

### 50 КЛАСТЕР ЛОМОНОСОВ: ГОД СПУСТЯ. РАБОТАЕМ!

*И.В.Яминский, А.И.Ахметова*

### 56 АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ И ТЕМПЕРАТУР МАРТЕНСИТНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СПЛАВЕ TiNi С РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРОЙ

*А.А.Чуракова, Э.И.Исхакова*

### 74 Наноматериалы ВЗАИМОСВЯЗЬ СВОЙСТВ И СТЕПЕНИ ДИСПЕРСИИ НАНОПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ НАНОКОМПОЗИТОВ ПОЛИМЕР/УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

*Л.Б.Атлуханова, И.В.Долбин*

Свежий номер журнала Вы можете приобрести:

**Москва:**

В редакции журнала "НАНОИНДУСТРИЯ"  
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, ekr@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**

- АО "Почта России", индекс ПН759
- ООО "Урал-Пресс Округ"
- ООО "Руспресса"
- ООО "Агентство "Книга-Сервис"
- ООО "ГЛОБАЛПРЕСС"
- ООО "СЕРВИСПРЕСС"
- в редакции журнала по тел.: (495) 234-0110
- e-mail: magazine@technosphaera.ru

Подписаться на электронную версию на сайт:  
[www.nanoindustry.su](http://www.nanoindustry.su), [elibrary.ru](http://elibrary.ru), [www.e.lanbook.ru](http://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  
Olgastraße 82 89073 Ulm  
T + (49) 731 145 344 94  
M + (49) 151 156 820 18  
n.wenzel@russland-experten.com  
[www.russland-experten.com](http://www.russland-experten.com)

Группы научных специальностей,  
по которым издание входит в Перечень ВАК

- 1.3.11. Физика полупроводников (технические науки)
- 2.2.3. Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники (технические науки)
- 1.4.5. Хемоинформатика (химические науки, технические науки)

## IN THE ISSUE

8

### Nanotechnologies

#### STUDY OF THERMOEMISSION SPUTTERING METHOD FOR PREPARING THIN-FILM METAL COATINGS FOR OPEN SPACE SCANNING TUNNEL MICROSCOPE OPERATION

B.A.Loginov, Y.V.Khripunov, M.A.Shcherbina, A.O.Vyunik, V.D.Dmitrieva, A.A.Dyakova, M.K.Lebedeva, V.S.Makeev, A.R.Pervykh, D.S.Shevchenko, S.D.Khanin

18

#### SYNTHESIS AND STUDY OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF COPPER FILMS OBTAINED BY COPPER OXIDE REDUCTION BY CATHODIC SPUTTERING IN HYDROGEN ATMOSPHERE FOR PREPARING OF FILM ELECTRODES WITH VARIABLE CAPACITIES

A.V.Smirnov, O.P.Chernova, A.A.Terentyev

26

#### SCANNING PROBE MICROSCOPY OF SUBSTANTIA NIGRA

A.I.Akhmetova, T.O.Sovetnikov, E.O.Zorikova, I.V.Yaminsky

32

### Education

#### DEVELOPMENT OF A MODULAR SMARTLAB LABORATORY FOR TEACHING STUDENTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES OF IoT TECHNOLOGIES

M.A.Masterskikh, M.G.Knol, A.O.Roenko (Dudnik)

44

### Equipment for nanoindustry

#### MICROSPHERICAL DIAMOND TIPS FOR INVESTIGATION OF LOCAL MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS BY INSTRUMENTED INDENTATION

A.S.Kushnereva, I.V.Laktionov, A.S.Useinov, S.V.Orlov, E.S.Statnik, P.A.Somov

50

#### LOMONOSOV CLUSTER: A YEAR LATER. WE ARE WORKING!

I.V.Yaminsky, A.I.Akhmetova

56

#### ANALYSIS OF CHANGES IN MICROSTRUCTURE AND TEMPERATURES OF MARTENSITIC TRANSFORMATIONS IN TiNi ALLOY WITH DIFFERENT STRUCTURES

A.A.Churakova, E.I.Ishkhakova

74

### Nanomaterials

#### THE INTERCONNECTION OF PROPERTIES AND DISPERSION DEGREE OF NANOFILLER FOR NANOCOMPOSITES POLYMER/CARBON NANOTUBE

L.B.Atlukhanova, I.V.Dolbin