

# НАНОИНДУСТРИЯ



## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# 2

2024

### ИССЛЕДОВАНИЕ АГРЕГАТОВ БЕЛКА ЯДЕРНОГО ЭКСПОРТА ВИРУСА ГРИППА А С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Впервые с помощью атомно-силовой микроскопии выявлены и охарактеризованы агрегаты белка различной морфологии и размеров. Полученные результаты востребованы для разработки

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЕМКОСТЕЙ НА ГИБКОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

Отработана технология и получена прочная поликристаллическая пленка кремния с хорошей адгезией на подложке ПЭТ. Изготовлен опытный образец гибкой переменной емкости с линейными характеристиками

### СОВМЕЩЕНИЕ МЕТОДОВ НАНОКАЛОРИМЕТРИИ И АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ

Показана возможность исследования микроколичеств полимерных материалов с использованием метода нанокалориметрии на чипе совместно с атомно-силовой микроскопией и изучено поведение нанокалориметрического сенсора

**В НОМЕРЕ:**

**ИННОВАЦИИ**

**ДОСТИЖЕНИЯ**

**ДИСКУССИИ**

### ДИФРАКЦИОННАЯ РЕШЕТКА КАК СРЕДСТВО МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ МИКРОСКОПИИ

Для изучения динамических биологических процессов необходимо создать микроскопическую систему с высоким пространственным и временным разрешением, универсальной средой визуализации и надежным управлением





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 ГИИ 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 "НТ-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 НПЦ "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](mailto:journal@electronics.ru)

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



**ТЕХНОСФЕРА**  
рекламно-издательский центр

## СОДЕРЖАНИЕ

90

### Нанотехнологии

**НАБЛЮДЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИИ ПЛЕНОК ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МЕТАЛЛОВ В СКАНИРУЮЩЕМ ЗОНДОВОМ МИКРОСКОПЕ ПРИ ПРОГРЕВЕ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО КОСМОСА**

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

98

### Кварцевая эталонная мера

**для сканирующей зондовой микроскопии**

**А.И.Ахметова, Т.О.Советников, Б.А.Логинов, Д.И.Яминский, И.В.Яминский**

106

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЕМКОСТЕЙ НА ГИБКОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ**

**А.А.Терентьев, А.В.Смирнов**

114

**ИССЛЕДОВАНИЕ АГРЕГАТОВ БЕЛКА ЯДЕРНОГО ЭКСПОРТА ВИРУСА ГРИППА А С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ**

**Е.В.Дубровин, О.Н.Королева, Н.В.Кузьмина, В.Л.Друца**

120

### Оборудование для наноиндустрии

**СОВМЕЩЕНИЕ МЕТОДОВ НАНОКАЛОРИМЕТРИИ И АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ НА НАНОШКАЛЕ**

**А.Ф.Ахьямова, А.Ф.Абукаев, И.И.Рүлев, А.Ю.Коняхина, А.П.Мельников, Д.А.Иванов**

128

**ДИФРАКЦИОННАЯ РЕШЕТКА КАК СРЕДСТВО МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ МИКРОСКОПИИ**

**А.И.Ахметова, А.Д.Терентьев, С.А.Сенотрусова, Т.О.Советников, Д.И.Яминский, В.В.Попов, И.В.Яминский**

134

### Экономика

**"ИНДУСТРИЯ 5.0" – НОВЫЙ ВЕКТОР ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ**

**А.Ю.Пронин**

144

### Наноматериалы

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ГЛИЦЕРИЛ КОКОАТОМ**

**А.Б.Голик, А.А.Нагдалян, А.В.Блинов, Р.Ш.Закаева, П.С.Леонтьев, М.А.Тараванов, З.А.Рехман, А.С.Аскерова**

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 сайтах:  
[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 Mezhdnkniga
- 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

90

### Nanotechnologies

OBSERVATION OF CHANGES IN MORPHOLOGY OF HIGH-TEMPERATURE METAL FILMS IN A SCANNING PROBE MICROSCOPE DURING WARMING UP IN OPEN SPACE CONDITIONS

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

98

### QUARTZ REFERENCE MEASURE FOR SCANNING PROBE MICROSCOPY

A.I.Akhmetova, T.O.Sovetnikov, B.A.Loginov, D.I.Yaminsky, I.V.Yaminsky

106

### STUDY OF POSSIBILITY OF FLEXIBLE VARIABLE VESSELS FOR REMOTE PRESSURE MEASUREMENT SYSTEMS

A.A.Terentyev, A.V.Smirnov

114

### STUDY OF INFLUENZA A VIRUS NUCLEAR EXPORT PROTEIN AGGREGATES USING ATOMIC FORCE MICROSCOPY

E.V.Dubrovin, O.N.Koroleva, N.V.Kuzmina, V.L.Drutsa

120

### Equipment for nanoindustry COMBINING NANOCALORIMETRY AND ATOMIC FORCE MICROSCOPY TO STUDY STRUCTURE FORMATION PROCESSES ON THE NANOSCALE

A.F.Akhkiamova, A.F.Abukaev, I.I.Rulev, A.Y.Konyakhina, A.P.Melnikov, D.A.Ivanov

128

### DIFFRACTION GRATING AS A MEANS OF METROLOGICAL SUPPORT OF MICROSCOPY

A.I.Akhmetova, A.D.Terentev, S.A.Senotrusova, T.O.Sovetnikov, D.I.Yaminsky, V.V.Popov, I.V.Yaminsky

134

### Economics

#### INDUSTRY 5.0 – A NEW VECTOR OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT

A.Yu.Pronin

144

### Nanomaterials

#### STUDY OF THE PROCESS OF FORMATION OF COPPER OXIDE NANOPARTICLES STABILIZED BY GLYCERYL COCOATE

A.B.Golik, A.A.Nagdalian, A.V.Blinov, R.Sh.Zakaeva, P.S.Leontev, M.A.Taravanov, Z.A.Rekhman, A.S.Askerova