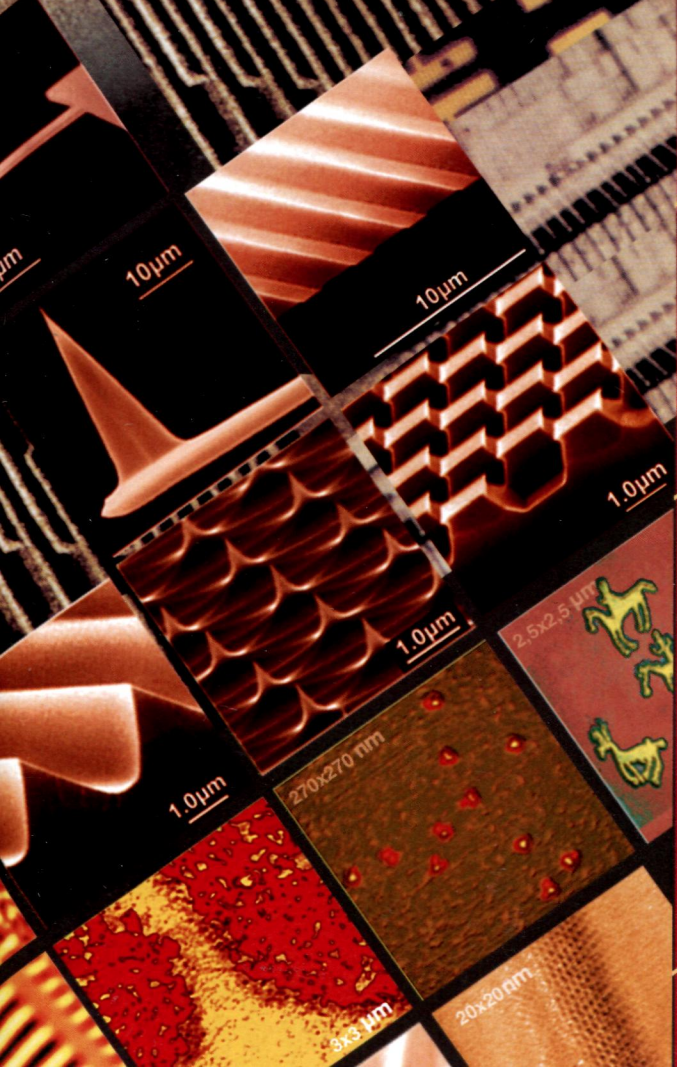


11  
H25

ISSN 1813-8586

# НАНО-И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА



- Нанотехнологии
- Зондовая микроскопия
- Микромашины и наносистемы
- Молекулярная электроника
- Биоактивные нанотехнологии
- Элементы датчиков и биочипы
- Микроэлектромеханические системы
- Микрооптоэлектромеханические системы
- Биомикроэлектромеханические системы

**4** (177)  
**2015**

# НАНО- И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

№ 4(177) ✧ 2015

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал выпускается при научно-методическом руководстве Отделения нанотехнологий  
и информационных технологий Российской академии наук

Журнал включен в перечень научных и научно-технических изданий ВАК России,  
в систему Российского индекса научного цитирования и реферируется в базе данных INSPEC

Издается с 1999 г.

## Главный редактор

Мальцев П. П., д.т.н, проф.

## Зам. гл. редактора

Лучинин В. В., д.т.н, проф.

Шур М., д.ф.-м.н., проф. (США)

## Редакционный совет:

Аристов В. В., д.ф.-м.н., проф., чл.-кор. РАН

Асеев А. Л., д.ф.-м.н., проф., акад. РАН

Гапонов С. В., д.ф.-м.н., проф., акад. РАН

Каляев И. А., д.т.н., проф., чл.-кор. РАН

Квардаков В. В., д.ф.-м.н., проф., чл.-кор. РАН

Климов Д. М., д.т.н., проф., акад. РАН

Ковальчук М. В., д.ф.-м.н., проф., чл.-кор. РАН

Нарайкин О. С., д.т.н., проф., чл.-кор. РАН

Никитов С. А., д.ф.-м.н., проф., чл.-кор. РАН

Рыжий В. И., д.ф.-м.н., проф., чл.-кор. РАН

(Япония)

Сауров А. Н., д.т.н., проф., чл.-кор. РАН

Сигов А. С., д.ф.-м.н., проф., акад. РАН

Чаплыгин Ю. А., д.т.н., проф., чл.-кор. РАН

Шевченко В. Я., д.х.н., проф., акад. РАН

## Редакционная коллегия:

Абрамов И. И., д.ф.-м.н., проф. (Беларусь)

Агеев О. А., д.т.н., проф.

Андреев А., к.ф.-м.н., (Великобритания)

Андриевский Р. А., д.х.н., проф.

Антонов Б. И.

Астахов М. В., д.х.н., проф.

Быков В. А., д.т.н., проф.

Горнев Е. С., д.т.н., проф.

Градецкий В. Г., д.т.н., проф.

Кальнов В. А., к.т.н.

Карякин А. А., д.х.н., проф.

Колобов Ю. Р., д.т.н., проф.

Кузин А. Ю., д.т.н., проф.

Панич А. Е., д.т.н., проф.

Петросянц К. О., д.т.н., проф.

Петрунин В. Ф., д.ф.-м.н., проф.

Пожела К., д.ф.-м.н. (Литва)

Путилов А. В., д.т.н., проф.

Телец В. А., д.т.н., проф.

Тимошенков С. П., д.т.н., проф.

Тодуа П. А., д.т.н., проф.

Шубарев В. А., д.т.н., проф.

## Отв. секретарь

Лысенко А. В.

## Редакция:

Григорин-Рябова Е. В.

Чугунова А. В.

Учредитель:

Издательство "Новые технологии"

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАНОТЕХНОЛОГИИ И ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ

Булярский С. В., Басаев А. С., Павлов А. А. Расчет фугитивности углерода при росте углеродных нанотрубок плазмохимическим методом . . . 3

Абанин И. Е., Амеличев В. В., Беляков П. А., Васильев Д. В., Казаков Ю. В., Костюк Д. В., Крикунов А. И., Орлов Е. П. Исследование спин-туннельных магниторезистивных наноструктур с барьерным слоем из оксида магния (MgO), полученных масочным методом . . . . . 10

### МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МНСТ

Глинский И. А., Редькин С. В., Духновский М. П., Куликов Е. Н., Смирнова А. К., Фёдоров Ю. Ю., Веденеев А. С. Формирование нанокристаллических слоев пористого анодного оксида алюминия на высокоомной кремниевой подложке для роста поликристаллического алмаза . . . . . 15

### ЭЛЕМЕНТЫ МНСТ

Барулина М. А. Частотные уравнения и собственные частоты элементов вибрационных микромеханических гироскопов на основе сдвиговой теории Тимошенко . . . . . 21

Уваров И. В., Наумов В. В., Селюков Р. В. МЭМС-переключатель электростатического типа на основе кантилевера наноразмерной толщины . . 32

Прокофьев И. В., Суханов А. В. Разработка специализированной СБИС контроля и управления режимами работы приемопередатчика доплеровского СВЧ модуля . . . . . 41

Милованов Р. А., Кельм Е. А. Структура ячеек энергонезависимой памяти типа EEPROM и FLASH . . . . . 45

Красников Г. Я., Зайцев Н. А., Красников А. Г. Современное состояние разработок в области энергонезависимой памяти . . . . . 60

Аннотации на русском и английском языках с 1999 г. по настоящее время находятся в свободном доступе на сайте журнала (<http://microsystems.ru>; <http://novtex.ru/nmst/>) и научной электронной библиотеки (<http://elibrary.ru>). Электронные версии полнотекстовых статей расположены на сайте журнала: с 1999 по 2013 г. в разделе "АРХИВ".

**ПОДПИСКА:**  
по каталогу Роспечати (индекс 79493);  
по каталогу "Пресса России" (индекс 27849)  
в редакции журнала (тел./факс: (499) 269-55-10)

Адрес для переписки:  
107076 Москва,  
Стромыльский пер., д. 4  
e-mail: [nmst@novtex.ru](mailto:nmst@novtex.ru)

# Journal of NANO- and MICROSYSTEM TECHNIQUE

**NANO- I MIKROSISTEMNAYA TEHNIKA**

ISSN 1813-8586

№ 4

(177)

2015

Maltsev P. P., Dr. Sci. (Tech.), Prof. — **CHIEF EDITOR**  
Luchinin V. V., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
**DEPUTY CHIEF EDITOR**  
Shur M. S., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof. (USA) —  
**DEPUTY CHIEF EDITOR**

**Editorial council:**

Aristov V. V., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Aseev A. L., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Acad. RAS  
Chaplygin Ju. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Gaponov S. V., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Kaljaev I. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Klimov D. M., Dr. Sci. (Tech.), Prof., Acad. RAS  
Kovalchuk M. V., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Kvardakov V. V., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Narajkin O. S., Dr. Sci. (Tech.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Nikitov S. A., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Ryzhii V. I. (Japan), Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.,  
Cor.-Mem. RAS  
Saurov A. N., Dr. Sci. (Tech.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Shevchenko V. Ya., Dr. Sci. (Chem.), Prof., Acad. RAS  
Sigov A. S., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Acad. RAS

**Editorial board:**

Abramov I. I. (Belorussia), Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.  
Ageev O. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Andreev A. (UK), Cand. Sci. (Phys.-Math.), Prof.  
Andrievskii R. A., Dr. Sci. (Chem.), Prof.  
Antonov B. I.  
Astahov M. V., Dr. Sci. (Chem.), Prof.  
Bykov V. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Gornev E. S., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Gradetskiy V. G., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Kalnov V. A., Cand. Sci. (Tech.)  
Karjakin A. A., Dr. Sci. (Chem.), Prof.  
Kolobov Ju. R., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Kuzin A. U., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Panich A. E., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Petrosjants C. O., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Petrunin V. F., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.  
Pozhela K. (Lithuania), Dr. Sci. (Phys.-Math.)  
Putilov A. V., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Shubarev V. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Telets V. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Timoshenkov S. P., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Todua P. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

**Executive secretary:**

Lysenko A. V.

**Editorial staff:**

Chugunova A. V.  
Grigorin-Ryabova E. V.

**Our:**

Web: [www.microsystems.ru/eng](http://www.microsystems.ru/eng);  
e-mail: [nmst@novtex.ru](mailto:nmst@novtex.ru)

**To subscribe, please contact with:**

JSC "MK-Periodica":  
Tel: +7 (495) 672-7012  
Fax: +7 (495) 306-3757  
E-mail: [import@periodicals.ru](mailto:import@periodicals.ru)

The Journal is included in the list  
of the Higher Attestation Commission  
of the Russian Federation,  
in the Russian system of science citation index  
and INSPEC data base

Published since November 1999

## CONTENTS

### NANOTECHNOLOGY AND SCANNING PROBE MICROSCOPY

**Bulyarskiy S. V., Basayev A. S., Pavlov A. A.** Calculation of  
the Fugacity of Carbon for Growth of Carbon Nanotubes by  
Plasma-chemical Method. . . . . 7

**Abanin I. E., Amelichev V. V., Belyakov P. A., Vasilyev D. V.,  
Kazakov Y. V., Kostyuk D. V., Krikunov A. I., Orlov E. P.** Re-  
search of the Spin-Tunnel Magnetoresistive Nanostructures  
with a Barrier Layer of Magnesium Oxide (MgO) Obtained by  
the Mask Method . . . . . 13

### SCIENCE OF MATERIALS AND TECHNOLOGICAL BASICS OF MNST

**Glinskiy I. A., Redkin S. V., Doukhnovsky M. P., Koulikov E. N.,  
Smirnova A. K., Fyodorov U. U., Vedeneev A. S.** Formation of  
Nanocrystalline Layers of Porous Anode Aluminum Oxide on  
High-Resistance Silicon Substrate for Polycrystalline Diamond  
Growing . . . . . 19

### MICRO- AND NANOSYSTEM TECHNIQUE ELEMENTS

**Barulina M. A.** Frequency Equations and Self-Induced Vibra-  
tions of the Elements of the Vibratory Micromechanical Gyro-  
scopes Based on Timoshenko Shift Theory . . . . . 27

**Uvarov I. V., Naumov V. V., Selyukov R. V.** Electrostatically  
Actuated MEMS Switch Based on a Cantilever of Nanometer  
Thickness . . . . . 38

**Prokofiev I. V., Sukhanov A. V.** Development of Special VLSI  
for Control of UHF Doppler Transceiver . . . . . 44

**Milovanov R. A., Kelm E. A.** Structure of EEPROM and  
FLASH Memory Cells . . . . . 55

**Krasnikov G. Y., Zaytsev N. A., Krasnikov A. G.** Current State  
of Development in the Nonvolatile Memory . . . . . 63