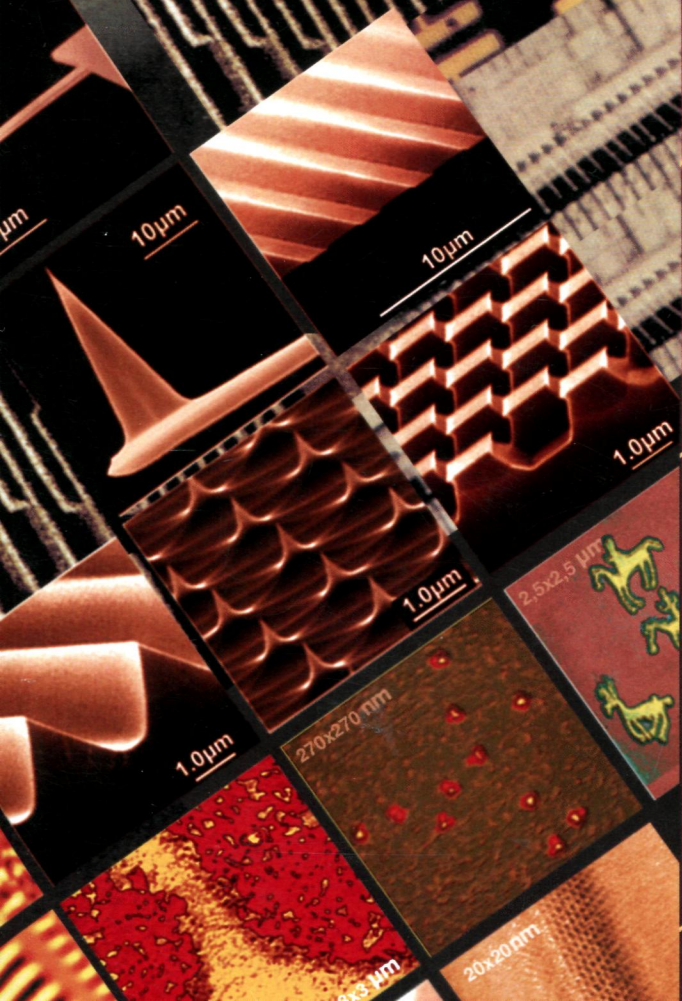


П  
Н 25

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

**6** (167)  
**2014**

# НАНО- и МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

№ 6(167) ✧ 2014

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 международную базу данных Scopus

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)  
Андреев А., к.ф.-м.н., (Великобритания)  
Андривский Р. А., д.х.н., проф.  
Антонов Б. И.  
Астахов М. В., д.х.н., проф.  
Быков В. А., д.т.н., проф.  
Волчихин В. И., 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.  
Мокров Е. А., д.т.н.  
Панич А. Е., д.т.н., проф.  
Панфилов Ю. В., д.т.н., проф.  
Петросяни 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.  
Пятышев Е. Н., к.ф.-м.н.  
Стриханов М. Н., д.ф.-м.н., проф.  
Телец В. А., д.т.н., проф.  
Тимошенков С. П., д.т.н., проф.  
Тогуа 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

### МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МНСТ

Гридчин В. А., Васильев В. Ю., Чебанов М. А., Бялик А. Д., Чернов А. С. Численное моделирование элементов фотоэлектрического волоконно-оптического сенсора давления. . . . . 3

Сивченко А. С., Кузнецов Е. В. Методики анализа основных характеристик надежности в КМОП ИС с помощью тестовых структур в составе пластин . . . . . 7

Росляков А. С. Исследование возможности создания низкопотребляющих СФ блоков для решения конечно-разностных уравнений в преобразованиях низкочастотных сигналов . . . . . 10

Галлерин В. А., Разживин Н. А. Исследование процесса контролируемого плазменного сокращения размеров затвора . . . . . 12

### МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МНСТ

Галлерин В. А., Громов Д. Г., Лебедев Е. А., Шулятьев А. С., Смирнов Д. И., Шилляева Ю. И. Размерный эффект в многослойных тонкопленочных термитных материалах на основе композита алюминий — нитрид меди . . . . . 16

Богданова Д. А., Булярский С. В., Басаев А. С. Изменение ширины НОМО-LUMO-щели одностенных углеродных нанотрубок при хемосорбции водорода . . . . . 20

Чуйко О. В., Кузнецов Е. В., Савельев М. И., Комарова Н. В., Сироткина М. С. Технология формирования интегральной микрофлюидной КМОП-системы с нанопроволочными чувствительными элементами . . . . . 23

Ваньков В. А., Земляников Н. С., Суханов В. С. Современные технологии и подходы создания миниатюрных приемопередающих модулей. . . . . 25

Галиев Г. Б., Климов Е. А., Лаврухин Д. В., Ячменев А. Э., Галиев Р. Р., Пономарев Д. С., Хабибуллин Р. А., Федоров Ю. В., Бугаев А. С. Разработка и исследование фотопроводящих антенн на основе полупроводников группы АЗВ5, выращенных при пониженных температурах эпитаксиального роста . . . . . 28

### ЭЛЕМЕНТЫ МНСТ

Мальцев П. П., Майтама М. В., Павлов А. Ю., Шаврук Н. В. Расчет и изготовление узкополосного СВЧ микрорелектромеханического переключателя для частотного диапазона 10..12 ГГц на подложках арсенида галлия . . . . . 30

Галлерин В. А., Громов Д. Г., Кицюк Е. П., Маркеев А. М., Лебедев Е. А., Черникова А. Г., Дубков С. В. Суперконденсатор на основе УНТ с использованием псевдоемкости тонких слоев оксидов металлов . . . . . 33

Антонов А. А., Карпович М. С., Пичулин И. В., Курленко А. А., Васильев В. Ю. Интегральная микросхема драйвера "мягкой" коммутации силовых ключей для мощных источников электропитания . . . . . 37

Суханов А. В., Прокофьев И. В., Гусев Д. В. Мультиагентная система мониторинга web-датчиков, созданная на основе наносенсорики . . . . . 42

Федоров Р. А. Микросхема управления модулем радиационной защиты . . . . . 46

Платонов К. В. Микросборки с встроенными пассивными компонентами на кремниевой подложке . . . . . 48

Малашевич Н. И. Разработка методики интеграции ОЗУ в базовых матричных кристаллах космического назначения . . . . . 50

Гусев Д. В., Данилова Н. Л., Земляников Н. С., Суханов В. С. Многоканальные тензорезистивные преобразователи давления . . . . . 52

### СИСТЕМА НА КРИСТАЛЛЕ

Беляев С. В., Шаманаев П. А., Щербаков С. В. Программный модуль конфигурирования СпК . . . . . 55

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 2012 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,  
Стромынский пер., д. 4  
e-mail: nmst@novtex.ru

# Journal of NANO- and MICROSYSTEM TECHNIQUE

**NANO- I MIKROSISTEMNAYA TEHNIKA**

ISSN 1813-8586

№ 6

(167)

2014

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

**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  
Surov 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.  
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.  
Mokrov E. A., Dr. Sci. (Tech.)  
Panfilov Ju. V., 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.  
Piatishhev E. N., Cand. Sci. (Phys.-Math.), Prof.  
Pozhela K. (Lithuania), Dr. Sci. (Phys.-Math.)  
Putilov A. V., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Strikhanov M. N., Dr. Sci. (Phys.-Math.), 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.  
Volchihin V. I., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

**Executive secretary:**

Lysenko A. V.

**Editorial staff:**

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

**Address:**

4, Stromynsky Lane, Moscow, 107076, Russia.  
Tel/Fax: +7(499)269-55-10. Web: www.microsistems.ru/eng;  
e-mail: nmst@novtex.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 international data base Scopus

Published since November 1999

## CONTENTS

**MODELLING AND DESIGNING  
OF MNST**

Gridchin V. A., Vasilyev V. Yu., Chebanov M. A., Byalik A. D., Chernov A. S. A numerical simulation of the photoelectric fiber optic pressure sensor components. . . . . 3

Sivchenko A. S., Kuznetsov E. V. Methods of Analysis of the Main Characteristics of a CMOS IC Reliability Using Test Structures on Wafers . . . . . 7

Roslyakov A. S. Feasibility Study for Low Power IP Blocks for the Solution of Finite-Difference Equations in Low-Frequency Signal Conversions . . . . . 10

Galperin V. A., Razzhivin N. A. Research of the Plasma Gate Resist Trimming Processes . . . . . 12

**SCIENCE OF MATERIALS  
AND TECHNOLOGICAL BASICS  
OF MNST**

Galperin V. A., Gromov D. G., Lebedev E. A., Shulyatiev A. S., Smirnov D. I., Shilyaeva Yu. I. Size Effect in Multilayer Thin Film Thermite Materials Based on Aluminum-Copper Nitride Composite. . . . . 16

Bogdanova D. A., Bulyarskii S. V., Basaev A. S. The Modification of HOMO-LUMO Gap of Single-Walled Carbon Nanotubes under the Hydrogen Chemisorption . . . . . 20

Chuyko O. V., Kuznetsov E. V., Saveliev M. I., Komarova N. V., Sirotkina M. S. Technology Integrated CMOS Microfluidic Systems with Nanowire Sensing Elements . . . . . 23

Vankov V. A., Zemlyannikov N. S., Sukhanov V. S. State-of-Art Technologies and Approaches for Transceiver Modules Implementation . . . . . 25

Galiev G. B., Klimov E. A., Lavrukin D. V., Yachmenev A. E., Galiev R. R., Ponomarev D. S., Khabibullin R. A., Fedorov Yu. V., Bugaev A. S. Fabrication and Investigation of the Photoconductive Antennas Based on A3B5 Semiconductors Grown by MBE with the Low-Temperature Regime . . . . . 28

**MICRO- AND NANOSYSTEM  
TECHNIQUE ELEMENTS**

Maltsev P. P., Maytama M. V., Pavlov A. Y., Shchavruk N. V. Calculate and Manufacturing Narrowband RF Microelectromechanical Systems (MEMS) Switches for Frequency 10–12 GHz on Gallium Arsenide Substrate . . . . . 30

Galperin V. A., Gromov D. G., Kit-syuk E. P., Markeev A. M., Lebedev E. A., Chernikova A. G., Dubkov S. V. CNT-based Supercapacitor with Thin Metal Oxide Layers Pseudocapacity . . . . . 33

Antonov A. A., Karpovich M. S., Pichugin I. V., Kurlenko A. A., Vasilyev V. Yu. Integrated Circuit Driver for Power Key Soft-Switching in Power Converters . . . . . 37

Sukhanov A. V., Prokofiev I. V., Gusev D. V. Multi-Agent Monitoring System of Web-Sensors Based on Nanosensors . . . . . 42

Fedorov R. A. Microcircuit for Radiation Protection Module Management. . . . . 46

Platonov K. V. Micro Assemblies with Integrated Passive Devices on Silicon Substrate. . . . . 48

Malashevich N. I. Development of Methods for Integration of RAM in the Gate Array for Space Application . . . . . 50

Gusev D. V., Danilova N. L., Zemlyannikov N. S., Sukhanov V. S. Multichannel Tensorresistive Pressure Transducers . . . . . 52

**SISTEMS ON CHIP**

Belyaev S. V., Shamanev P. A., Shcherbakov S. V. Software Module for Configuration of SoC . . . . . 55