

# НАНО- и МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Том 24. № 5 ♦ 2022

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал включен в международные базы данных на платформе Web of Science: Chemical Abstracts Service (CAS), которая входит в Medline, и Russian Science Citation Index (RSCI).

Журнал индексируется в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и включен в международную базу INSPEC. Журнал включен в Перечень международных реферируемых баз данных по научной специальности 1.4.15. Химия твердого тела и в Перечень научных и научно-технических изданий ВАК России по научным специальностям 1.3.11. Физика полупроводников и 2.2.2. Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств.

Журнал выпускается при научно-методическом руководстве Отделения нанотехнологий и информационных технологий Российской академии наук. Статьи имеют DOI

ISSN 1813-8586 DOI: 10.17587/issn1813-8586

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:

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

Кульчин Ю. Н., д.ф.-м.н., проф., акад. РАН

Лабунов В. А., д.т.н., проф., акад. НАНБ (Беларусь)

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

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

Сауров А. Н., д.т.н., проф., акад. РАН

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

Чаплыгин Ю. А., д.т.н., проф., акад. 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)

Астахов М. В., д.х.н., проф.

Бакланов М. Р., д.х.н., проф. (Китай)

Басаев А. С., к.ф.-м.н.

Васильев А. А., д.т.н.

Викулин В. В., к.х.н., д.т.н., проф.

Дайнеко А. В., к.ф.-м.н.

Кальнов В. А., к.т.н.

Карякин А. А., д.х.н., проф.

Леонович Г. И., д.т.н., проф.

Панич А. Е., д.т.н., проф.

Пожела К., д.ф.-м.н. (Литва)

Рыжий М. В., Ph.D, проф. (Япония)

Сантос Э. Х. П., Ph.D, Ful. Prof. (Бразилия)

Сингх К., к.т.н. (Индия)

Телец В. А., д.т.н., проф.

Тимошенков С. П., д.т.н., проф.

Хабибуллин Р. А., к.ф.-м.н., доц.

Шубарев В. А., д.т.н., проф.

## Редакция:

Антонов Б. И. (директор изд-ва)

Лысенко А. В. (отв. секретарь)

Чугунова А. В. (науч. ред.)

Щетинкин Д. А. (сайт)

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАНОТЕХНОЛОГИИ

- Мальцев П. П., Ганжа А. А., Павлов В. Ю., Михалев А. О., Козли-  
тин А. И. Формирование полимерных нитей с наноразмерными образо-  
ваниями из алюминия . . . . . 219

### МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МНСТ

- Горюнов И. В., Иовдальский В. А., Федоров Н. А., Терёшкин Е. В., Ме-  
дякова Е. В. Улучшение электрических характеристик ГИС генератор-  
ного модуля СВЧ диапазона . . . . . 223

### МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МНСТ

- Гусев Е. Э., Вертянов Д. В., Дюжев Н. А., Махиборода М. А., Тимо-  
шенков С. П. Технология временного бондинга для интеграции полу-  
проводниковых пластин разного диаметра . . . . . 230
- Мустафаев М. Г., Мустафаев Г. А., Мустафаева Д. Г. Повышение эф-  
фективности микроэлектронной технологии при создании функцио-  
нально-интегрированных элементов . . . . . 237
- Дрозд А. В., Яфясов А. М., Барабан А. П., Никифорова И. О. Техноло-  
гия молекулярного наслаивания при создании микроканальных пластин  
с высоким аспектным отношением . . . . . 240
- Кошелева Н. Н. Материал чувствительного элемента на основе диокси-  
да олова для датчика газов . . . . . 247

### ЭЛЕМЕНТЫ МНСТ

- Филиппов И. А., Пронин И. А., Китаев А. С. Золь-гель-синтез полупро-  
водникового порошка оксида цинка для варисторных структур . . . . . 253

### ПРИМЕНЕНИЕ МНСТ

- Спивак Ю. М., Муратова Е. Н., Безверхний В. П., Мошников В. А. По-  
ристый оксид алюминия для применения в медицине, включая адрес-  
ную доставку лекарств . . . . . 258

Аннотации и статьи на русском и английском языках доступны на сайте  
журнала (<http://microsystems.ru>; <http://novtex.ru/nmst/>) в разделе "Архив  
статей с 1999 г."

### ПОДПИСКА:

по каталогу "Пресса России"  
(индекс 27849)  
в редакции журнала  
(тел. 8(499) 270-16-52)

### Адрес для переписки:

107076, Москва,  
ул. Матросская Тишина,  
д. 23, стр. 2, оф. 45  
e-mail: nmst@novtex.ru

### Учредитель:

Издательство "Новые технологии"

# NANO- and MICROSYSTEMS TECHNOLOGY

(Title "NANO- I MIKROSISTEMNAYA TEKHNIKA")

ISSN 1813-8586 DOI: 10.17587/issn1813-8586

Vol. 24

No. 5

2022

## CHIEF EDITOR

Maltsev P. P., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

## DEPUTY CHIEF EDITOR

Luchinin V. V., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

## DEPUTY CHIEF EDITOR

Shur M. S., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof. (USA)

## Editorial council:

Aseev A. L., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Acad. RAS  
Chaplygin Ju. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof., Acad. RAS  
Kuljchin Yu. N., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Acad. RAS  
Labunov V. A. (Belorussia), Sci. (Tech.), Acad. NASB  
Narajkin O. S., Dr. Sci. (Tech.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Ryzhii V. I., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Cor.-Mem. RAS  
Saurov A. N., Dr. Sci. (Tech.), Prof., Acad. 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., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof. (Belorussia)  
Andreev A., Cand. Sci. (Phys.-Math.), Prof. (UK)  
Astahov M. V., Dr. Sci. (Chem.), Prof.  
Baklanov M. R., Dr. Sci. (Chem.), Prof. (China)  
Basaev A. S., Cand. Sci. (Phys.-Math.)  
Dayneko A. V., Cand. Sci. (Phys.-Math.)  
Kalnov V. A., Cand. Sci. (Tech.)  
Karjakin A. A., Dr. Sci. (Chem.), Prof.  
Khabibullin R. A., Cand. Sci. (Phys.-Math.), Ass. Prof.  
Leonovich G. I., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Panich A. E., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Pozhela K., Dr. Sci. (Phys.-Math.) (Lithuania)  
Ryzhii M. V., Ph. D., Prof. (Japan)  
Santos E. J. P., Ph. D., Prof. (Brasil)  
Shubarev V. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Singh K., PhD (India)  
Telets V. A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Timoshenkov S. P., Dr. Sci. (Tech.), Prof.  
Vasiliev A. A., Dr. Sci. (Tech.)  
Vikulin V. V., Cand. Chem. Sci., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

## Editorial staff:

Antonov B. I. (Director Publ.)  
Lysenko A. V. (Executive secretary)  
Chugunova A. V. (Research Editor)  
Shchetinkin D. A. (site)

The Journal is included in the international databases of the chemical sciences — Chemical Abstracts Service (CAS) and of the engineering sciences — INSPEC, and it is also indexed in the Russian Science Citation Index (RSCI) based on the Web of Science platform. The Journal is included in the Russian System of Science Citation Index and the List of Journals of the Higher Attestation Commission of Russia. Its articles have DOI and are printed in the Journal in Russian and English languages. The Journal is published under the scientific-methodical guidance of the Branch of Nanotechnologies and Information Technologies of the Russian Academy of Sciences.

## CONTENTS

### NANOTECHNOLOGY

Maltsev P. P., Ganzha A. A., Pavlov V. Yu., Mikhalev A. O., Kozlitin A. I. Polymer Threads Formation with Nanosized Aluminium Formation . . . . . 219

### MODELLING AND DESIGNING OF MNST

Goryunov I. V., Iovdalskiy V. A., Fyodorov N. A., Tereshkin E. V., Medyanova E. V. Improving the HICs Electrical Characteristics of the Microwave Generator Module . . . . . 223

### SCIENCE OF MATERIALS AND TECHNOLOGICAL BASICS OF MNST

Gusev E. E., Vertyanov D. V., Djuzhev N. A., Makhboroda M. A., Timoshenkov S. P. Temporary Bonding Technology for Integration of Wafers of Different Diameters . . . . . 230

Mustafaev M. G., Mustafaev G. A., Mustafaeva D. G. Increasing the Efficiency of Microelectronic Technology in the Creation of Functionally Integrated Elements . . . . . 237

Drozd A. V., Yafyasov A. M., Baraban A. P., Nikiforova I. O. Technology of the Atomic Layer Deposition for modification Microchannel Plates with High Aspect Ratio . . . . . 240

Kosheleva N. N. The Material of the Sensing Element based on tin Dioxide for the Gas Sensor . . . . . 247

### MICRO- AND NANOSYSTEM TECHNIQUE ELEMENTS

Filippov I. A., Pronin I. A., Kitaev A. S. Sol-Gel Synthesis of Zinc oxide Semiconductor Powder for Varistor Structures . . . . . 253

### APPLICATION OF MNST

Spivak Yu. M., Muratova E. N., Bezverkhiy V. P., Moshnikov V. A. Porous Aluminum Oxide for Medical Applications Including Targeted Drug Delivery . . . . . 258

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