



Известия высших учебных заведений.

## ЭЛЕКТРОНИКА

Том 23, № 6, 2018

ноябрь – декабрь

Научно-технический журнал

Издается с 1996 г.

Выходит 6 раз в год

**Учредитель и издатель:** *Национальный исследовательский университет «МИЭТ»*

**Главный редактор:** *Чаплыгин Юрий Александрович*, академик РАН, д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия)

### Редакционная коллегия:

*Гаврилов Сергей Александрович* – заместитель главного редактора, д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия)

*Бархоткин Вячеслав Александрович* – д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия)

*Бахтин Александр Александрович* – канд.т.н., доц., МИЭТ (Москва, Россия)

*Беневоленский Сергей Борисович* – д.т.н., проф., ФГБНУ «Научно-исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы» (Москва, Россия)

*Быков Дмитрий Васильевич* – д.т.н., проф., Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

*Гаврилов Сергей Витальевич* – д.т.н., проф., Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН (Москва, Россия)

*Гапоненко Сергей Васильевич* – акад. НАН Беларуси, д.физ.-мат.н., проф., Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований (Минск, Беларусь)

*Горбачев Александр Алексеевич* – чл.-корр. РАН, д.физ.-мат.н., проф., Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (Москва, Россия)

*Грибов Борис Георгиевич* – чл.-корр. РАН, д.хим.н., проф., АО «НИИМЭ» (Москва, Россия)

*Коноплев Борис Георгиевич* – д.т.н., проф., Южный федеральный университет (Таганрог, Россия)

*Коркишко Юрий Николаевич* – д.физ.-мат.н., проф., НПК «Оптолинк» (Москва, Россия)

*Королёв Михаил Александрович* – д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия)

*Красников Геннадий Яковлевич* – акад. РАН, д.т.н., проф., АО «НИИМЭ» (Москва, Россия)

*Кубарев Юрий Васильевич* – д.физ.-мат.н., проф., Фонд «Сколково», ООО «Центр плазменных и вакуумных технологий» (Москва, Россия)

*Лабунев Владимир Архипович* – акад. НАН Беларуси, иностранный член РАН, д.т.н., проф., Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (Минск, Беларусь)

*Максимов Иван Александрович* – PhD, проф., Университет города Лунд (Швеция)

*Меликян Вазген Шаваршович* – чл.-корр. НАН Армении, д.т.н., проф., ЗАО «Синописис Армения» (Ереван, Армения)

*Неволин Владимир Кириллович* – д.физ.-мат.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия)

*Неволин Владимир Николаевич* – д.физ.-мат.н., проф., Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (Москва, Россия)

*Петросянц Константин Орестович* – д.т.н., проф., Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия)

© “Известия вузов. Электроника”, 2018

© МИЭТ, 2018

**Сазонов Андрей Юрьевич** – PhD, проф., Университет Ватерлоо (Канада)  
**Сауров Александр Николаевич** – акад. РАН, д.т.н., проф., Институт нанотехнологий микро-электроники РАН (Москва, Россия)  
**Селищев Сергей Васильевич** – д.физ.-мат.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия)  
**Сигов Александр Сергеевич** – акад. РАН, д.физ.-мат.н., проф., МИРЭА – Российский технологический университет (Москва, Россия)  
**Сидоренко Анатолий Сергеевич** – акад. АН Молдовы, д.физ.-мат.н., проф., Институт электронной инженерии и нанотехнологий АНМ (Кишинев, Молдова)  
**Таиров Юрий Михайлович** – д.т.н., проф., Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина) (Санкт-Петербург, Россия)  
**Телец Виталий Арсеньевич** – д.т.н., проф., Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Москва, Россия)  
**Тимошенко Сергей Петрович** – д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия)  
**Усанов Дмитрий Александрович** – д.физ.-мат.н., проф., Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (Саратов, Россия)  
**Юриш Сергей Юрьевич** – канд.т.н., IFSA Publishing, S.L. (Барселона, Испания)

**Заведующая редакцией С.Г. Зверева**  
**Редактор А.В. Тихонова**  
**Научный редактор С.Г. Зверева**  
**Корректор И.В. Проскуракова**  
**Верстка А.Ю. Рыжков, С.Ю. Рыжков**

**Адрес редакции:** 124498, Россия, г. Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1, МИЭТ  
**Тел.:** 8-499-734-6205  
**E-mail:** magazine@miee.ru  
**http://ivuz-e.ru**

**Адрес издателя:** 124498, Россия, г. Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1, МИЭТ.

**Адрес полиграфического предприятия:** 124498, Россия, г. Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1, МИЭТ.

Подписано в печать 07.12.2018. Формат бумаги 60×84 1/8. Цифровая печать.  
 Объем 13,02 усл.печ.л., 11,504 уч.-изд.л. Тираж 180 экз. Заказ № 6. Свободная цена.  
 Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-72307 от 01.02.2018.

Включен ВАК в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Включен в Российский индекс научного цитирования и в Рейтинг Science Index.

Включен в Russian Science Citation Index на платформе Web of Science.

Является членом Cross Ref.

*Плата за публикацию статей не взимается.*

**Подписной индекс в каталоге Агентства «Роспечать» – 47570**

## СОДЕРЖАНИЕ

### Материалы электроники

<i>Гришина Я.С., Боргардт Н.И., Волков Р.Л., Громов Д.Г., Савицкий А.И.</i> Электронно-микроскопические исследования наночастиц серебра, полученных вакуумно-термическим испарением .....	543
---	-----

### Технологические процессы и маршруты

<i>Егоркин В.И., Земляков В.Е., Неженцев А.В., Гудков В.А., Гармаш В.И.</i> Влияние состава металлизации и параметров процесса вжигания на сопротивление омических контактов к 6H-SiC <i>n</i> -типа.....	557
<i>Белов А.Н., Голишников А.А., Масинин А.М., Первалов А.А., Шевяков В.И.</i> Исследование процесса формирования мемристорных структур на основе сульфида меди.....	565

### Элементы интегральной электроники

<i>Супонников Д.А., Путилин А.Н., Татарина Е.А., Жгунев З.Г., Дабагов А.Р.</i> Разработка фоточувствительной ячейки матричного фотосенсора для детектора рентгеновского изображения ..	573
--	-----

### Схемотехника и проектирование

<i>Дембицкий Н.Л., Петраков А.М., Шевцов В.А.</i> Автоматизация управления процессом создания сложных радиотехнических систем.....	586
--	-----

### Информационно-коммуникационные технологии

<i>Галкин В.А.</i> Непараметрическое обнаружение сигналов детектором средней энергии .....	595
<i>Макаров Д.В., Чобану М.К.</i> Сжатие трехмерных табулированных таблиц с помощью тензорной декомпозиции .....	605

### Краткие сообщения

<i>Белогорохов И.А., Белогорохова Л.И.</i> Оптические свойства композиционных материалов на основе поли[2-метокси-5-(2-этилгексилокси)-1,4-фениленвинилена] и диоксида титана в средней ИК-области.....	615
<i>Аишхотов О.Г., Хубежов С.А., Аишхотова И.Б.</i> Состояние поверхности поликристаллического серебра после воздействия активированным кислородом.....	620
<i>Симонов Б.М., Горошко В.Н., Тимошенко А.С.</i> Расчет коэффициента жесткости и момента упругости чувствительного элемента микромеханического акселерометра .....	625
<i>Хамдохов З.М., Маргушев З.Ч., Хамдохов Э.З., Тешев Р.Ш., Бавижев М. Д.</i> Автоэмиссионные катоды на основе микроканальных пластин .....	630
<i>Сергеев В.А., Резчиков С.Е.</i> Аналоговый генератор низкочастотного шума с регулируемым показателем формы спектра .....	635

### Конференции

6-я Международная научно-техническая конференция «Технологии микро- и нано-электроники в микро- и наносистемной технике» (20–22 февраля 2019 г., ИНМЭ РАН, г. Москва, Россия) .....	3 стр. обложки
<i>Иванников А.Д., Петросянец К.О.</i> Об итогах VIII Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем - 2018» (МЭС-2018) (1–5 октября 2018 г., г. Москва, г. Зеленоград, Россия) .....	640
<i>Ичикитидзе Л.П.</i> О новой разработке ученых Института биомедицинских систем МИЭТ. XLV. Congress of the European Society for Artificial Organs (ESAO) (Madrid, Spain, September, 12–15, 2018).....	643
Тематический указатель статей, опубликованных в 2018 году .....	644



## Proceedings of Universities. ELECTRONICS

Volume 23, No. 6, 2018  
November – December

*The scientific and technical journal*

*Published since 1996*  
**Published 6 times per year**

**Founder and Publisher:** *National Research University of Electronic Technology*

**Editor-in-Chief:** *Yury A. Chaplygin* – Acad. RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia)

### **Editorial Board:**

*Sergey A. Gavrilov* – Deputy Editor-in-Chief, Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia)

*Aleksandr A. Bakhtin* – Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., MIET (Moscow, Russia)

*Vyacheslav A. Barhotkin* – Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia)

*Sergey B. Benevolensky* – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Scientific Research Institute – Federal Research Centre for Projects Evaluation and Consulting Services (Moscow, Russia)

*Dmitri V. Bykov* – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia)

*Sergey V. Gavrilov* – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Institute for Design Problems in Microelectronics of RAS (Moscow, Russian)

*Sergey V. Gaponenko* – Acad. NAS of Belarus, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (Minsk, Republic of Belarus)

*Aleksandr A. Gorbatsevich* – Cor. Mem. RAS, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., P.N. Lebedev Physical Institute of the RAS (Moscow, Russia)

*Boris G. Gribov* – Cor. Mem. RAS, Dr. Sci. (Chem.), Prof., JSC «NIIME» (Moscow, Russia)

*Boris G. Konoplev* – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Southern Federal University (Taganrog, Russia)

*Yury N. Korkishko* – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., SMS «Optolink» (Moscow, Russia)

*Mikhail A. Korolev* – Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia)

*Gennady Y. Krasnikov* – Acad. RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., JSC «NIIME» (Moscow, Russia)

*Yuri V. Kubarev* – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., The Skolkovo Foundation, LLC «Center for Plasma and Vacuum Technologies» (Moscow, Russia)

*Vladimir A. Labunov* – Acad. NAS of Belarus, Foreign member of RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Republic of Belarus)

*Ivan A. Maksimov* – PhD, Prof., Lund University (Sweden)

*Vazgen S. Melikyan* – Cor. Mem. NAS of Armenia, Dr. Sci. (Eng.), Prof., CJS Company «Synopsis, Armenia» (Yerevan, Republic of Armenia)

*Vladimir K. Nevolin* – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., MIET (Moscow, Russia)

*Vladimir N. Nevolin* – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., P.N. Lebedev Physical Institute of the RAS (Moscow, Russia)

*Konstantin O. Petrosyantz* – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia)

*Aleksandr N. Saurov* – Acad. RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Institute of Nanotechnology of Microelectronics of the RAS (Moscow, Russia)

*Andrey Y. Sazonov* – PhD, Prof., University of Waterloo (Canada)

*Sergey V. Selishchev* – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., MIET (Moscow, Russia)

© “Proceedings of Universities. Electronics”, 2018  
© MIET, 2018

**Anatolie S. Sidorenko** – Acad. AS of Moldova, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Institute of the Electronic Engineering and Nanotechnologies ASM (Chisinau, Republica Moldova)

**Aleksandr S. Sigov** – Acad. RAS, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., MIREA – Russian Technological University (Moscow, Russia)

**Yury M. Tairov** – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Saint-Petersburg Electrotechnical University (LETI) (St. Petersburg, Russia)

**Vitaly A. Telets** – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National Research Nuclear University MEPhI (Moscow, Russia)

**Sergey P. Timoshenkov** – Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia)

**Dmitry A. Usanov** – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., National Research Saratov State University (Saratov, Russia)

**Sergey Yu. Yurish** – Cand. Sci. (Eng.), IFSA Publishing, S.L. (Barcelona, Spain)

**Head of editorial staff Zvereva S.G.**

**Chief editors Tikhonova A.V., Proskuryakova I.V.**

**Make-up Ryzhkov S.Yu., Ryzhkov A.Yu.**

**Editorial Board's address:** 124498, Russia, Moscow, Zelenograd, Bld. 1, Shokin Square, MIET, editorial office of the Journal «Proceedings of Universities. Electronics»

**Tel.:** +7-499-734-62-05

**E-mail:** magazine@miee.ru

**http://ivuz-e.ru**

**Publisher's address:** 124498, Russia, Moscow, Zelenograd, Bld. 1, Shokin Square, MIET

**Printery address:** 124498, Russia, Moscow, Zelenograd, Bld. 1, Shokin Square, MIET

Signed to print 07.12.2018. Sheet size 60×84 1/8. Digital printing. Conventional printed sheets 13,02. Number of copies 180. Order no. 6. Free price.

The media registration certificate ПИ № ФС 77-72307 of 01.02.2018.

The journal is included into the List of reviewed scientific publications, in which the main scientific results of thesis for candidate of science and doctor degrees must be published.

The journal is included into the Russian index of scientific citing and into the Rating Science Index.

The journal is included into the Russian Science Citation Index on the Web of Science basis.

Is the member of Cross Ref.

*The fee for the publication of articles is not charged.*

**The subscription index in catalogue of Agency Rospechat – 47570**

## CONTENTS

### Electronics materials

- Grishina Ya.S., Borgardt N.I., Volkov R.L., Gromov D.G., Savitskiy A.I.* Electron Microscopy Studies of Silver Nanoparticles Obtained by Vacuum Thermal Evaporation ..... 543

### Technological processes and routes

- Egorkin V.I., Zemlyakov V.E., Nezhentsev A.V., Gudkov V.A., Garmash V.I.* Influence of Metallization Composition and Annealing Process Parameters on Resistance of Ohmic Contacts to 6H-SiC *n*-type..... 557
- Belov A.N., Golishikov A.A., Mastinin A.M., Perevalov A.A., Shevyakov V.I.* Study of the Formation Process of Memristors Based on Copper Sulfide ..... 565

### Integrated electronics elements

- Suponnikov D.A., Putilin A.N., Tatarinova E.A., Zhgunov Z.G., Dabagov A.R.* Development of a Pixel of Area Image Sensor in X-ray Detector ..... 573

### Circuit engineering and design

- Dembitsky N.L., Petrakov A.M., Shevtsov V.A.* Automation of Control over Process of Creating Complex Radio Engineering Systems ..... 586

### Information-communication technologies

- Galkin V.A.* Nonparametric Signal Detection by Average Energy Detector ..... 595
- Makarov D.V., Tchobanou M.K.* 3D Lookup Table Compression with Use of a Tensor Decomposition ..... 605

### Brief reports

- Belogorokhov I.A., Belogorokhova L.I.* Optical Properties of Composite Materials Based on Poly[2-Methoxy-5-(2-Ethylhexyloxy) -1,4-Phenylvinylene] and Titanium Dioxide in Middle IR-Region ..... 615
- Ashkhotov O.G., Khubezhov S.A., Ashhotova I.B.* State of Surface of Polycrystalline Silver after Exposure to Activated Oxygen..... 620
- Simonov B.M., Goroshko V.N., Timoshenkov A.S.* Calculation of Stiffness and Elasticity Coefficient of Sensitive Element of Micromechanical Accelerometer ..... 625
- Khamdokhov Z.M., Margushev Z.Ch., Khamdokhov E.Z., Teshev R.Sh., Bavizhev M.D.* Field Emission Cathodes Based on Microchannel Plates ..... 630
- Sergeev V.A., Rezhnikov S.E.* Analog Generator of LF-Boise with an Adjustable Spectrum Form Indicator..... 635