

# ПОДПИСКА 2020

## Научно-технический журнал «Известия высших учебных заведений. ЭЛЕКТРОНИКА»

**Периодичность журнала - 6 номеров в год**

В центре внимания журнала - актуальные проблемы электроники. На его страницах освещаются результаты научно-исследовательских работ, выполненных в вузах и НИИ, на промышленных предприятиях страны, методические аспекты преподавания с учетом современных требований и форм обучения, дается информация о научных конференциях. Формируются специальные выпуски по тематическому признаку.

### Подписаться на печатную версию журнала можно:

по каталогу «Газеты, журналы»

АО Агентство «Роспечать»  
в любом почтовом отделении

**Подписной индекс 47570**

по прямой подписке в АО Агентство «Роспечать»:  
[www.press.rospress.ru](http://www.press.rospress.ru)

по объединенному каталогу «Пресса России» ООО «Агентство «Книга-Сервис»  
в любом почтовом отделении. Подписной индекс 38934

через редакцию - с любого номера и до конца года

### Подписку на электронную версию журнала можно оформить на сайтах:

- Научной электронной библиотеки: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
- ООО «Агентство «Книга-Сервис»: [www.rucont.ru](http://www.rucont.ru); [www.akc.ru](http://www.akc.ru); [www.pressa-rf.ru](http://www.pressa-rf.ru)
- ООО «УП Урал-Пресс»: [www.delpress.ru](http://www.delpress.ru)
- ООО «ИВИС»: [www.dlib.eastview.com](http://www.dlib.eastview.com)



**Адрес редакции:** 124498, г. Москва, г. Зеленоград,  
пл. Шокина, дом 1, МИЭТ, комн. 7231

Тел.: 8-499-734-62-05

E-mail: [magazine@miee.ru](mailto:magazine@miee.ru)

<http://ivuz-e.ru>



Известия высших учебных заведений.

## ЭЛЕКТРОНИКА

Том 24, № 5, 2019

сентябрь – октябрь

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)

*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)

*Лабунов 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)

*Переверзев Алексей Леонидович* – д.т.н., доц., МИЭТ (Москва, Россия)

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

© “Известия вузов. Электроника”, 2019

© МИЭТ, 2019

*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 техно-  
 логический университет (Москва, Россия)  
*Сидоренко Анатолий Сергеевич* – акад. АН Молдовы, д.физ.-мат.н., проф., Институт элек-  
 тронной инженерии и нанотехнологий АНМ (Кишинев, Молдова)  
*Тауров Юрий Михайлович* – д.т.н., проф., Санкт-Петербургский государственный электро-  
 технический 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)  
*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. Проскурякова*  
**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 09.10.2019. Формат бумаги 60×84 1/8. Цифровая печать.  
 Объем 12,555 усл.печ.л., 11,136 уч.-изд.л. Тираж 180 экз. Заказ № 19. 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 соиска-  
 ние 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

### Фундаментальные исследования

<i>Горбацевич А.А., Журавлёв М.Н.</i> Электронные свойства ветвящихся молекулярных структур. Обзор .....	439
--	-----

### Технологические процессы и маршруты

<i>Любимов А.В., Борисов А.Г., Корчагин Е.П., Козлитин А.И., Осипенкова Н.Г.</i> Исследование процесса электроосаждения сплава олово – свинец с высоким содержанием свинца.....	459
<i>Сивченко А.С., Кузнецов Е.В., Сауров А.Н.</i> Определение времени наработки до отказа подза- творного диэлектрика суб-100-нм МОП-транзисторов с помощью ускоренных испытаний .....	469

### Элементы интегральной электроники

<i>Сергеев В.А., Смирнов В.И., Ходаков А.М., Куликов А.А., Черняков А.Е.</i> Влияние дефектов структуры и конструкции на тепловые характеристики мощных биполярных СВЧ-транзисторов.....	479
<i>Юсипова Ю.А.</i> Динамика вектора намагниченности свободного слоя спин-вентильной струк- туры в магнитном поле, перпендикулярном плоскости слоев .....	489

### Схемотехника и проектирование

<i>Melikyan V.Sh., Khachikyan K.T., Gumroyan H.V., Babayan A.V., Avushyan S.A., Hakobyan K.T.</i> Crystal Area Reduction Method for Impedance Matching Systems in High-Speed Data Links ( <i>Меликян В.Ш., Хачикян К.Т., Гумроян Р.В., Бабаян А.В., Авушян С.А., Акопян К.Т.</i> Метод уменьшения площади кристалла для систем согласования импедансов в высокоскоростных ка- налах передач) .....	503
---	-----

### Микро- и наносистемная техника

<i>Аунг Тхура, Симонов Б.М., Тимошенко С.П.</i> Исследование воздействия случайной вибрации на характеристики микромеханических акселерометров .....	511
---	-----

### Информационно-коммуникационные технологии

<i>Севрюкова Е.А., Волкова Е.А., Угроватов А.В., Копылова М.Д.</i> Имитационное моделирова- ние системы мониторинга окружающей среды .....	521
<i>Гагарина Л.Г., Гайдук И.О., Кремер Е.А., Можжухина А.В.</i> Эффективный метод локализа- ции ошибок при проектировании специализированных БИС .....	530
К сведению авторов .....	539





## Proceedings of Universities. **ELECTRONICS**

**Volume 24, No. 5, 2019**  
**September – October**

*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)

*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, 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, Belarus)

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

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

*Aleksey L. Pereverzev* – Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., MIET (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”, 2019

© MIET, 2019

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

**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 09.10.2019. Sheet size 60×84 1/8. Digital printing. Conventional printed sheets 12,555. Number of copies 180. Order no. 19. 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

### Fundamental researches

<i>Gorbatsevich A.A., Zhuravlev M.N.</i> Electronic Properties of Branched Molecular Structures. Review.....	439
--	-----

### Technological processes and routes

<i>Lyubimov A.V., Borisov A.G., Korchagin E.P., Kozlitin A.I., Osipenkova N.G.</i> Study of the Process of Cathodic Electrodeposition of High-Lead Tin-Lead Alloy .....	459
<i>Sivchenko A.S., Kuznetsov E.V., Saurov A.N.</i> Time to Failure Determination for sub-100 nm MOS Transistors Gate Dielectric by Means of Accelerated Tests .....	469

### Integrated electronics elements

<i>Sergeev V.A., Smirnov V.I., Khodakov A.M., Kulikov A.A., Chernyakov A.E.</i> Influence of Defects of Structure and Construction on Thermal Characteristics of High-Power Bipolar Microwave Transistors.....	479
<i>Iusipova Iu.A.</i> Free-Layer Magnetization Vector Dynamics of the Spin-Valve Structure in the Magnetic Field Perpendicular to the Layers Plane .....	489

### Circuit engineering and design

<i>Melikyan V.Sh., Khachikyan K.T., Gumroyan H.V., Babayan A.V., Avushyan S.A., Hakobyan K.T.</i> Crystal Area Reduction Method for Impedance Matching Systems in High-Speed Data Links .....	503
---	-----

### Micro- and nanosystem technology

<i>Aung Thura, Simonov B.M., Timoshenkov S.P.</i> Research of Influence of Random Vibrations on MEMS Samples.....	511
---	-----

### Information-communication technologies

<i>Sevryukova E.A., Volkova E.A., Ugrovatov A.V., Kopylova M.D.</i> Imitation Simulation of Environment Monitoring System .....	521
<i>Gagarina L.G., Gayduk I.O., Kremer E.A., Mozhzukhina A.V.</i> Efficient Error Localization Method during Developing Specialized LSI.....	530
Instructions for authors .....	539