



Известия высших учебных заведений.

ЭЛЕКТРОНИКА

Том 24, № 4, 2019

июль – август

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 12.08.2019. Формат бумаги 60×84 1/8. Цифровая печать.
 Объем 12,555 усл.печ.л., 11,136 уч.-изд.л. Тираж 180 экз. Заказ № 18. 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>Сибатов Р.Т., Морозова Е.В., Костишко Б.М., Светухин В.В., Кицюк Е.П., Павлов А.А.</i> Модель аномальной диффузии для описания импеданса литий-ионного аккумулятора	331
--	-----

Материалы электроники

<i>Неустроев С.А., Неустроев Н.С.</i> Образование ковалентных связей между центральными атомами базовых плоскостей сопряженных призм кубического углерода под воздействием внешнего давления	342
--	-----

Технологические процессы и маршруты

<i>Рудаков Г.А., Парамонов В.В.</i> Применение метода комплексного планирования эксперимента для оптимизации процесса глубокого анизотропного плазменного травления кремния	350
<i>Печерская Е.А., Голубков П.Е., Карпанин О.В., Артамонов Д.В., Сафронов М.И., Печерский А.В.</i> Исследование влияния технологических параметров процесса микродугового оксидирования на свойства оксидных покрытий	363
<i>Полунина А.А., Петров В.С., Ханбеков И.Ф., Ли И.П., Гайдар А.И., Локтев Д.Н.</i> Термическое активирование геттеров в технологии производства магнетронов	370

Элементы интегральной электроники

<i>Королёв М.А., Мордкович В.Н., Леонов А.В., Девликанова С.С.</i> Исследование КНИ полевых датчиков Холла в режиме неполного обеднения	383
<i>Асаёнок М.А., Зеневич А.О., Новиков Е.В.</i> Кинетика и амплитуда фотоотклика кремниевых фотоэлектронных умножителей	391
<i>Павлова М.Д., Дегтерев А.Э., Ламкин И.А., Тарасов С.А.</i> Влияние параметров процесса формирования нанокompозитного слоя «фталоцианин:фуллерен» на фотоэлектрические характеристики структур $ZnPr:C_{60}/C_{60}$	398

Микро- и наносистемная техника

<i>Губанова О.В., Кузнецов Е.В., Рыбачек Е.Н., Сауров А.Н.</i> Биосенсор на основе химически чувствительного нанопроволочного полевого транзистора с минимальным контактом к плавающему затвору	407
---	-----

Информационно-коммуникационные технологии

<i>Петров Е.Н., Гагарина Л.Г.</i> Разработка программного модуля динамического управления вводом-выводом библиографических данных	415
---	-----

Краткие сообщения

<i>Лукин С.С.</i> Имитационная модель для оценки эффективности процессов сбора и переработки промышленных отходов	423
<i>Гончаров И.Н., Козырев Е.Н., Урумов В.В.</i> Оптимизация усилительной способности двухкамерных электронно-оптических преобразователей	428



Proceedings of Universities. ELECTRONICS

Volume 24, No. 4, 2019

July – August

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 12.08.2019. Sheet size 60×84 1/8. Digital printing. Conventional printed sheets 12,555. Number of copies 180. Order no. 18. 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

- Sibatov R.T., Morozova E.V., Kostishko B.M., Svetukhin V.V., Kitsyuk E.P., Pavlov A.A.* Anomalous Diffusion Model for Description of Lithium-Ion Cell Impedance 331

Electronics materials

- Neoustroev S.A., Neoustroev N.S.* Interaction of Elliptic Orbitals in Formation of Covalent Bonds in Base Planes of Cubic Carbon Conjugated Prisms 342

Technological processes and routes

- Rudakov G.A., Paramonov V.V.* Application of Complex Planning of Experiment Method to Optimize Process of Deep Anisotropic Silicon Plasma Etching 350
- Pecherskaya E.A., Golubkov P.E., Karpanin O.V., Artamonov D.V., Safronov M.I., Pecherskiy A.V.* Study on Effects of Technological Parameters of Micro-Arc Oxidation on Properties of Oxide Coatings 363
- Polunina A.A., Petrov V.S., Khanbekov I.F., Li I.P., Gaidar A.I., Loktev D.N.* Thermal Activation of Getters in Magnetrons Production Technology 370

Integrated electronics elements

- Korolyov M.A., Mordkovich V.N., Leonov A.V., Devlikanova S.S.* Study on SOI Field-Effect Hall Sensor in Partial Depletion Mode 383
- Asayonok M.A., Zenevich A.O., Novikov E.V.* Kinetics and Amplitude of Photo Response of Silicon of Photo-Electronic Multipliers 391
- Pavlova M.D., Degterev A.E., Lamkin I.A., Tarasov S.A.* Influence of Parameters of Nanocomposite Layer «Phthalociane:Fullerene» Formation Process on Photoelectric Characteristics of ZnPc:C₆₀/C₆₀ Structures 398

Micro- and nanosystem technology

- Gubanova O.V., Kuznetsov E.V., Rybachek E.N., Saurov A.N.* Biosensor Based on Ion-Sensitive Field-Effect Transistor Using Minimum Contact to Floating Gate 407

Information-communication technologies

- Petrov E.N., Gagarina L.G.* Development of Software Module of Dynamic Control for Input/Output of Bibliographic Data 415

Brief reports

- Lupin S.S.* Imitation Model for Estimating Efficiency of Industrial Wastes Collection and Recycling. 423
- Goncharov I.N., Kozyrev E.N., Urumov V.V.* Increase of Conversion Factor Level in Multi-Camera Electronic Optical Converters 428