



Известия высших учебных заведений.

ЭЛЕКТРОНИКА

Том 24, № 3, 2019

май – июнь

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)

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)

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 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. 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 14.06.2019. Формат бумаги 60×84 1/8. Цифровая печать.
 Объем 13,02 усл.печ.л., 12,004 уч.-изд.л. Тираж 180 экз. Заказ № 17. 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

Элементы интегральной электроники

<i>Семёнов А.А., Усанов Д.А., Дронкин А.С.</i> Активный аппаратный стек процессора.....	219
<i>Кулакова А.А., Лукьяненко Е.Б.</i> Энергоэффективные КМОП-триггеры с инверторной запоминающей ячейкой	230

Схемотехника и проектирование

<i>Рябцев В.Г., Волобуев С.В.</i> Имплементация памяти в систему на кристалле со встроенными средствами самотестирования и самовосстановления	239
<i>Melikyan V.Sh., Hayrapetyan A.K., Kostanyan H.T., Margaryan H.V., Grigoryan H.T., Martirosyan A.A.</i> Power Supply Ratio Improvement Using Self-Calibration in Voltage Regulators (Меликян В.Ш., Айрапетян А.К., Костанян А.Т., Маргарян А.В., Григорян А.Т., Мартиросян А.А. Улучшение коэффициента подавления нестабильности питания с помощью самокалибровки в регуляторах напряжения)	248

Микро- и наносистемная техника

<i>Йе Ко Ко Аунг, Аунг Тхура, Симонов Б.М., Тимошенков С.П.</i> Параметры чувствительного элемента сэндвич-конструкции емкостного микромеханического акселерометра	257
<i>Ван Хао Ло, Нестеренко Т.Г.</i> Система резонансной настройки вибрационного многокомпонентного МЭМС-гироскопа	267

Информационно-коммуникационные технологии

<i>Воротнёв Д.В., Голованов Р.В.</i> Методика обучения бинарных классификаторов в задачах сегментации изображений	279
<i>Минаков Е.И., Мешков А.В., Мешкова Е.О.</i> Модифицированное преобразование Хафа в задаче повышения вероятности обнаружения объектов в радиоэлектронных системах наблюдения ...	291
<i>Кобяк И.П.</i> Идентификация бернуллиевских последовательностей криптографическими методами	301

Краткие сообщения

<i>Гуляев А.С., Кольцов В.Б., Севрюкова Е.А.</i> Применение программных средств для оценки термодинамической устойчивости на примере железа	309
Памяти Бархоткина Вячеслава Александровича	313
Памяти Усанова Дмитрия Александровича	315

Юбилей

<i>Грибов Б.Г., Горнев Е.С., Плотников Ю.И., Тельминов О.А.</i> Научно-исследовательский институт молекулярной электроники: от выполнения НИОКР к электронным технологиям мирового уровня	317
---	-----

Конференции

Об итогах 26-й Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика – 2019»	322
К сведению авторов	323



Proceedings of Universities. ELECTRONICS

Volume 24, No. 3, 2019
May – June

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, 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)

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)

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 14.06.2019. Sheet size 60×84 1/8. Digital printing. Conventional printed sheets 13,02. Number of copies 180. Order no. 17. 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

Integrated electronics elements

<i>Semenov A.A., Usanov D.A., Dronkin A.S.</i> Active Processor Software Stack	219
<i>Kulakova A.A., Lukyanenko E.B.</i> Energy-Efficient CMOS-Triggers with Inverter Storage Cell	230

Circuit engineering and design

<i>Ryabtsev V.G., Volobuev S.V.</i> Memory Implementation in a System on Chip with Built-in Self-Test and Recovery Tools	239
<i>Melikyan V.Sh., Hayrapetyan A.K., Kostanyan H.T., Margaryan H.V., Grigoryan H.T., Martirosyan A.A.</i> Power Supply Ratio Improvement Using Self-Calibration in Voltage Regulators	248

Micro- and nanosystem technology

<i>Ye Ko KO Aung, Aung Thura, Simonov B.M., Timoshenkov S.P.</i> Parameters of Sensitive Element of Capacitive Micromechanical Accelerometer with Sandwich Construction	257
<i>Van Hao Lo, Nesterenko T.G.</i> Resonant Tuning System of MEMS Multi-Axis Vibrating Gyroscope.	267

Information-communication technologies

<i>Vorotnev D.V., Golovanov R.V.</i> Binary Classifiers Training Approach for Image Segmentation	279
<i>Minakov E.I., Meshkov A.V., Meshkova E.O.</i> Modified Hough Transform in Problem of Increasing Probability of Target Detection in Electronic Surveillance Systems	291
<i>Kobyak I.P.</i> Identification of Bernoulli's Sequences by Cryptographic Special Computers	301

Brief reports

<i>Gulyaev A.S., Koltsov V.B., Sevryukova E.A.</i> Using a Software Application to Evaluation Thermodynamic Stability on the Example of Iron	309
In memory of Barhotkin Vyacheslav Aleksandrovich	313
In memory of Usanov Dmitry Aleksandrovich	315

Anniversaries

<i>Gribov B.G., Gornev E.S., Plotnikov Yu.I., Telminov O.A.</i> Molecular Electronics Research Institute: from R&D Implementation to the State of the Art Electronics Technologies	317
--	-----

Conferences

Results of the 26th All-Russian Interuniversity Scientific and Technical Conference of Students and Graduate Students «Microelectronics and Computer Science – 2019»	322
--	-----