

ISSN 1561-5405 (print), 2587-9960 (online)
DOI: 10.24151/1561-5405



Известия высших учебных заведений.

ЭЛЕКТРОНИКА

Том 25, № 5, 2020

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), ORCID: 0000-0002-7505-5175

Редакционная коллегия:

Гаврилов Сергей Александрович – заместитель главного редактора, д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-2967-272X

Бахтин Александр Александрович – канд.т.н., доц., МИЭТ (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-1107-0878

Беневоленский Сергей Борисович – д.т.н., проф., ФГБНУ «Научно-исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы» (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-3177-9136

Быков Дмитрий Васильевич – д.т.н., проф., Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-4935-7292

Гаврилов Сергей Витальевич – д.т.н., проф., Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-0566-4482

Гапоненко Сергей Васильевич – акад. НАН Беларуси, д.физ.-мат.н., проф., Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований (Минск, Беларусь), ORCID: 0000-0003-3774-5471

Горбачев Александр Алексеевич – акад. РАН, д.физ.-мат.н., проф., Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-1950-356X

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), ORCID: 0000-0003-3105-029X

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

Королёв Михаил Александрович – д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-3043-1293

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

Кубарев Юрий Васильевич – д.физ.-мат.н., проф., 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), ORCID: 0000-0002-3494-4881

Максимов Иван Александрович – PhD, проф., Университет города Лунд (Швеция), ORCID: 0000-0003-1944-4878

Меликян Вазген Шаваршович – чл.-корр. НАН Армении, д.т.н., проф., ЗАО «Синописис Армения» (Ереван, Армения), ORCID: 0000-0002-1667-6860

Неволин Владимир Кириллович – д.физ.-мат.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-4348-0377

© “Известия вузов. Электроника”, 2020

© МИЭТ, 2020

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),
ORCID: 0000-0002-5834-5138

Петросяниц Константин Орестович – д.т.н., проф., Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (Москва, Россия), ORCID: 0000-0001-7969-4786

Сазонов Андрей Юрьевич – PhD, проф., Университет Ватерлоо (Канада)

Сауров Александр Николаевич – акад. РАН, д.т.н., проф., Институт нанотехнологий микроэлектроники РАН (Москва, Россия), ORCID: 0000-0001-7368-5977

Селищев Сергей Васильевич – д.физ.-мат.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия),
ORCID: 0000-0002-5589-7068

Сигов Александр Сергеевич – акад. РАН, д.физ.-мат.н., проф., МИРЭА – Российский технологический университет (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-2017-9186

Сидоренко Анатолий Сергеевич – акад. АН Молдовы, д.физ.-мат.н., проф.,
Институт электронной инженерии и нанотехнологий АНМ (Кишинев, Молдова),
ORCID: 0000-0001-7433-4140

Телец Виталий Арсеньевич – д.т.н., проф., Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-4944-676X

Тимошенков Сергей Петрович – д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия),
ORCID: 0000-0001-5411-1804

Юриш Сергей Юрьевич – канд.т.н., IFSA Publishing, S.L. (Барселона, Испания),
ORCID: 0000-0002-1433-260X

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@miec.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 13.10.2020. Формат бумаги 60×84 1/8. Цифровая печать.

Объем 10,695 усл.печ.л., 10,664 уч.-изд.л. Тираж 150 экз. Заказ № 11. 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 по следующим группам специальностей:

05.11.00 Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы

05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление

05.27.00 Электроника

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

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

Является членом Cross Ref.

Плата за публикацию статей не взимается.

Подписной индекс в каталоге Агентства «Роспечать» – 47570

СОДЕРЖАНИЕ

Элементы интегральной электроники

- Егоркин В.И., Беспалов В.А., Зайцев А.А., Земляков В.Е., Капаев В.В., Кухтяева О.Б.* Нормально-закрытый транзистор с затвором p -типа на основе гетероструктур AlGaIn/GaN..... 391
- Гончаров И.Н., Козырев Е.Н., Тваури И.В.* Моделирование процессов электронного усиления в каналах умножителей на пористых структурах оксида алюминия..... 402

Схемотехника и проектирование

- Чочаев Р.Ж., Железников Д.А., Иванова Г.А., Гаврилов С.В., Эннс В.И.* Модели и методы анализа структуры коммутационных ресурсов ПЛИС. Обзор..... 410
- Иванов Е.А., Якунин А.Н.* Импульсный DC/DC-преобразователь напряжения с уменьшенными массогабаритными параметрами..... 423

Микро- и наносистемная техника

- Амеличев В.В., Резнев А.А., Сауров А.Н.* Микросистемы с высоким коэффициентом преобразования слабого магнитного поля на основе магниторезистивных наноструктур..... 432
- Йе Ко Ко Аунг, Симонов Б.М., Тимошенко С.П.* Моделирование и исследование различных типов подвесов инерционной массы в чувствительных элементах микромеханических приборов..... 440

Интегральные радиоэлектронные устройства

- Макиаков А.В., Штерн Ю.И., Волкова О.С., Васильченко К.А.* Метод и аппаратно-программные средства для измерения с повышенной точностью высоты летательных аппаратов и спускаемых объектов..... 452

Информационно-коммуникационные технологии

- Жилинский В.О., Печерица Д.С., Гагарина Л.Г.* Анализ влияния эфемеридно-временной информации на точность решения навигационной задачи по сигналам системы ГЛОНАСС..... 465
- К сведению авторов..... 475

ISSN 1561-5405 (print), 2587-9960 (online)
DOI: 10.24151/1561-5405



Proceedings of Universities. **ELECTRONICS**

Volume 25, No. 5, 2020
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), ORCID: 0000-0002-7505-5175

Editorial Board:

Sergey A. Gavrilov – Deputy Editor-in-Chief, Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-2967-272X

Aleksandr A. Bakhtin – Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-1107-0878

Sergey B. Benevolensky – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Scientific Research Institute – Federal Research Centre for Projects Evaluation and Consulting Services (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-3177-9136

Dmitri V. Bykov – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-4935-7292

Sergey V. Gavrilov – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Institute for Design Problems in Microelectronics of RAS (Moscow, Russian), ORCID: 0000-0003-0566-4482

Sergey V. Gaponenko – Acad. NAS of Belarus, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (Minsk, Belarus), ORCID: 0000-0003-3774-5471

Aleksandr A. Gorbatsevich – Acad. RAS, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., P.N. Lebedev Physical Institute of the RAS (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-1950-356X

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), ORCID: 0000-0003-3105-029X

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

Mikhail A. Korolev – Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-3043-1293

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

Yuri V. Kubarev – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., 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), ORCID: 0000-0002-3494-4881

Ivan A. Maksimov – PhD, Prof., Lund University (Sweden), ORCID: 0000-0003-1944-4878

Vazgen S. Melikyan – Cor. Mem. NAS of Armenia, Dr. Sci. (Eng.), Prof., CJS Company «Sinopsis, Armenia» (Yerevan, Armenia), ORCID: 0000-0002-1667-6860

Vladimir K. Nevolin – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-4348-0377

© “Proceedings of Universities. Electronics”, 2020

© MIET, 2020

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),
ORCID: 0000-0002-5834-5138

Konstantin O. Petrosyantz – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-7969-4786

Aleksandr N. Saurov – Acad. RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Institute of Nanotechnology of Microelectronics of the RAS (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-7368-5977

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

Sergey V. Selishchev – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., MIET (Moscow, Russia),
ORCID: 0000-0002-5589-7068

Anatolie S. Sidorenko – Acad. AS of Moldova, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Institute of the Electronic Engineering and Nanotechnologies ASM (Chisinau, Moldova),
ORCID: 0000-0001-7433-4140

Aleksandr S. Sigov – Acad. RAS, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., MIREA – Russian Technological University (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-2017-9186

Vitaly A. Telets – Dr. Sci. (Eng.), Prof., National Research Nuclear University MEPhI (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-4944-676X

Sergey P. Timoshenkov – Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia),
ORCID: 0000-0001-5411-1804

Sergey Yu. Yurish – Cand. Sci. (Eng.), IFSA Publishing, S.L. (Barcelona, Spain),
ORCID: 0000-0002-1433-260X

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@mice.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 13.10.2020. Sheet size 60×84 1/8. Digital printing. Conventional printed sheets 10,695. Number of copies 150. Order no. 11. 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 for the following groups of specialties:

05.11.00 Instrumentation, metrology and information-measuring devices and systems

05.13.00 Computer science, computer engineering and management

05.27.00 Electronics

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

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

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

- Egorkin V.I., Bepalov V.A., Zaitsev A.A., Zemlyakov V.E., Kapaev V.V., Kukhtyaeva O.B.* Normally-off p -Gate Transistor Based on AlGaIn/GaN Heterostructure..... 391
- Goncharov I.N., Kozirev E.N., Tvaure I.V.* Modeling of Electronic Amplification Processes in Channels of Multipliers on Porous Structures of Aluminum Oxide..... 402

Circuit engineering and design

- Chochaev R.Zh., Zheleznikov D.A., Ivanova G.A., Gavrilov S.V., Enns V.I.* FPGA Routing Architecture Estimation Models and Methods. Review..... 410
- Ivanov E.A., Yakunin A.N.* Pulse DC/DC Voltage Converter with Reduced Weight and Size Parameters..... 423

Micro- and nanosystem technology

- Amelichev V.V., Reznev A.A., Saurov A.N.* Microsystems with High Conversion Coefficient of a Weak Magnetic Field Based on Magnetoresistive Nanostructures..... 432
- Ye Ko Ko Aung, Simonov B.M., Timoshenkov S.P.* Modeling and Study of Various Types of Inertial Mass Suspensions in the Sensitive Elements of Micromechanical Devices..... 440

Integrated radioelectronic devices

- Makshakov A.V., Shtern Yu.I., Volkova O.S., Vasilchenko K.A.* Method and Hardware-Software for Measuring Altitude of Aircraft and Descent Facilities with Increased Accuracy..... 452

Information-communication technologies

- Zhilinskiy V.O., Pecheritsa D.S., Gagarina L.G.* Analysis of Influence of Ephemeris-Time Information on Accuracy of Solving a Navigation Problem by Signals of GLONASS System..... 465
- Instructions for authors..... 475