

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



Известия высших учебных заведений.

ЭЛЕКТРОНИКА

Научно-технический журнал

Том 30, № 1, 2025

январь – февраль

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

Беспалов Владимир Александрович – чл.-корр. РАН, д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия)

Боргардт Николай Иванович – д.физ.-мат.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия), ORCID: 0000-0001-8015-7603

Гаврилов Сергей Витальевич – д.т.н., проф., НИЦ «Курчатовский институт» (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-0566-4482

Газарина Лариса Геннадьевна – д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия), ORCID: 0000-0001-7591-9175

Гапоненко Сергей Васильевич – акад. НАН Беларуси, д.физ.-мат.н., проф., Институт физики НАН Беларуси (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

Громов Дмитрий Геннадьевич – д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-4563-9831

Душкин Александр Викторович – д.т.н., доц., МИЭТ (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-8078-8971

Коноплёв Борис Георгиевич – д.т.н., проф., Южный федеральный университет (Таганрог, Россия), ORCID: 0000-0003-3105-029X

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

Красников Геннадий Яковлевич – акад. РАН, д.т.н., проф., президент РАН (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-2441-7455

Лабунцов 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

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

Мешиер Роман Валерьевич – д.т.н., проф., Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-1129-8434

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

© «Известия вузов. Электроника», 2025

© МИЭТ, 2025

Неволин Владимир Николаевич – д.физ.-мат.н., проф., Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Москва, Россия)

Переверзев Алексей Леонидович – д.т.н., доц., МИЭТ (Москва, Россия),
ORCID: 0000-0002-5834-5138

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

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

Светухин Вячеслав Викторович – чл.-корр. РАН, д.физ.-мат.н., проф.,
НПК «Технологический центр» (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-0831-9254

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.,
Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет) (г. Долгопрудный, Россия), ORCID: 0000-0001-7433-4140

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

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

Хорев Анатолий Анатольевич – д.т.н., проф., МИЭТ (Москва, Россия),
ORCID: 0000-0001-9074-385X

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

Заведующая редакцией **И. М. Доронина**

Редактор **А. В. Тихонова**

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, сайт: <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 13.02.2025. Формат бумаги 60×84 1/8. Цифровая печать.

Объем 13,95 усл.печ.л., 13,04 уч.-изд.л. Тираж 150 экз. Заказ № 2. Свободная цена.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-72307 от 01.02.2018.

Журнал 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 специальностям:

1.3.5. Физическая электроника (технические науки, физико-математические науки)

1.3.8. Физика конденсированного состояния (технические науки, физико-математические науки)

1.3.11. Физика полупроводников (технические науки, физико-математические науки)

1.3.12. Физика магнитных явлений (технические науки, физико-математические науки)

2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника (технические науки)

2.2.2. Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств (технические науки, физико-математические науки)

2.2.3. Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники (технические науки)

2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки)

Журнал включен в Russian Science Citation Index, в Российский индекс научного цитирования и в Рейтинг Science Index. Является членом Crossref.

Плата за публикацию статей не взимается.

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» ООО «Агентство «Книга-Сервис» – 38934.

Подписной индекс в каталоге «Периодические издания. Газеты и журналы» ООО «Урал-Пресс Округ» – 47570.

СОДЕРЖАНИЕ

Материалы электроники

- Бычков Д. В., [Петров В. С.], Ли И. П.* Расчет параметров нитевидных кристаллов, сформированных на поверхности автоэлектронных катодов магнетронов с безнакальным запуском 7

Технологические процессы и маршруты

- Волощук И. А., Терехов Д. Ю., Штерн М. Ю., Шерченков А. А.* Технология формирования гибкого термоэлектрического генератора методом трафаретной печати модифицированных суспензий на основе твердых растворов $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ и $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ 16
- Жимантас Д. К.* Сравнительный анализ использования методов управления качеством в условиях инновационного территориального кластера 24

Элементы интегральной электроники

- Зеневич А. О., Кочергина О. В., Буслюк В. В., Федосюк Д. Н., Луций Д. А.* Исследование зависимости амплитудных характеристик шумовых диодов от температуры 32

Схемотехника и проектирование

- Смирнов В. И., Гавриков А. А., Нейчев В. Ф.* Модуляционный метод измерения тепловых сопротивлений в силовых модулях на IGBT-транзисторах 40
- Черемисинов Д. И., Черемисинова Л. Д.* Методы структурного распознавания подсхем проходной транзисторной логики в КМОП-схемах 51
- Кулиш А. М., Лосев В. В.* Проектирование малошумящего усилителя с байпас-каналом X-диапазона частот с использованием библиотеки элементов технологического процесса 0,5 мкм GaAs-pHEMT 64

Интегральные радиоэлектронные устройства

- Пилькевич А. В., Садков В. Д.* Исследование влияния конструктивных параметров поглощающих элементов микрополосковых аттенуаторов на их частотные характеристики 76

Биомедицинская электроника

- Гуров К. О., Миндубаев Э. А., Данилов А. А.* Применение ШИМ-управления емкостью конденсаторов для стабилизации выходных характеристик системы индуктивного питания имплантатов 87

Информационно-коммуникационные технологии

- Сотников А. В., Шипатов А. В., Савченко Ю. В.* Адаптивный алгоритм сопровождения объектов на видеоизображении 94
- Гаврилова Д. А.* Повышение производительности отладочного сервера за счет оптимизации функции дешифрации команд 107

Юбилей

- Саурову Александру Николаевичу – 65 лет 117

Конференции

- 32-я Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Микроэлектроника и информатика – 2025» с международным участием 4-я стр. обложки
- К сведению авторов 119



**Proceedings of Universities.
ELECTRONICS**

The scientific and technical journal

**Volume 30, No. 1, 2025
January – February**

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

Vladimir A. Bespalov – Cor. Mem. RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia)

Nikolay I. Borgardt – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-8015-7603

Alexandr V. Dushkin – Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-8078-8971

Larisa G. Gagarina – Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-7591-9175

Sergey V. Gaponenko – Acad. NAS of Belarus, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Institute of Physics of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus), ORCID: 0000-0003-3774-5471

Sergey V. Gavrilov – Dr. Sci. (Eng.), Prof., NRC “Kurchatov Institute” (Moscow, Russian), ORCID: 0000-0003-0566-4482

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

Dmitry G. Gromov – Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-4563-9831

Anatoly A. Horev – Dr. Sci. (Eng.), Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-9074-385X

Boris G. Konoplev – Dr. Sci. (Eng.), Prof., Southern Federal University (Taganrog, Russia), ORCID: 0000-0003-3105-029X

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

Gennady Y. Krasnikov – Acad. RAS, Dr. Sci. (Eng.), Prof., President of RAS (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-2441-7455

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

Vazgen S. Melikyan – Cor. Mem. NAS of Armenia, Dr. Sci. (Eng.), Prof., CJSC Company “Synopsys Armenia” (Yerevan, Armenia), ORCID: 0000-0002-1667-6860

© “Proceedings of Universities. Electronics”, 2025
© MIET, 2025

Roman V. Meshcheryakov – Dr. Sci. (Eng.), Prof., V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-1129-8434
Vladimir K. Nevolin – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-4348-0377
Vladimir N. Nevolin – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., National Research Nuclear University MEPhI (Moscow, Russia)
Aleksey L. Pereverzev – Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., MIET (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-5834-5138
Konstantin O. Petrosyants – 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
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., Moscow Institute of Physics and Technology (Dolgoprudny, Russia), 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
Vyacheslav V. Svetukhin – Cor. Mem. RAS, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., SMC “Technological Centre” (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-0831-9254
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 Doronina I. M.

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@miec.ru, **website:** http://ivuz-e.ru

Publisher's and printery addresses: 124498, Russia, Moscow, Zelenograd, Bld. 1, Shokin Square, MIET.

Signed to print 13.02.2025. Sheet size 60×84 1/8. Digital printing. Conventional printed sheets 13,95. Number of copies 150. Order no. 2. 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 specialties:

- 1.3.5. Physical electronics (Engineering Sciences, Physical and Mathematical Sciences)
- 1.3.8. Condensed matter physics (Engineering Sciences, Physical and Mathematical Sciences)
- 1.3.11. Semiconductor physics (Engineering Sciences, Physical and Mathematical Sciences)
- 1.3.12. Physics of magnetic phenomena (Engineering Sciences, Physical and Mathematical Sciences)
- 2.2.1. Vacuum and plasma electronics (Engineering Sciences)
- 2.2.2. Electronic component base of micro- and nanoelectronics, quantum devices (Engineering Sciences, Physical and Mathematical Sciences)
- 2.2.3. Technology and equipment for electronic materials and devices production (Engineering Sciences)
- 2.2.8. Material, product, substance and natural environment control and diagnostic techniques and devices (Engineering Sciences)
- 2.3.1. System analysis, information handling and processing (Engineering Sciences)
- 2.3.3. Process industries automation and control (Engineering Sciences)
- 2.3.5. Mathware and software for computer systems, complexes and networks (Engineering Sciences)

The journal is included into the Russian Science Citation Index, into the Russian index of scientific citing and into the Rating Science Index. Is the member of Crossref.

The fee for the publication of articles is not charged.

The subscription index in catalogue “Russian Press” LLC “Agency “Book-Service” – 38934.

The subscription index in catalogue “Periodicals. Newspapers and magazines” LLC “Ural-Press Okrug” – 47570.

CONTENTS

Electronics materials

- Bychkov D. V., Petrov V. S., Li I. P.* Calculation of parameters of filamentous crystals formed on the surface of cold cathodes of magnetrons with instantaneous start-up..... 7

Technological processes and routes

- Voloshchuk I. A., Terekhov D. Yu., Shtern M. Yu., Sherchenkov A. A.* Technology for fabricating a flexible thermoelectric generator by screen printing of modified suspensions based on Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3 and Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3 solid solutions..... 16
- Zhimantas D. K.* Comparative analysis of the use of quality management methods in settings of an innovative territorial cluster..... 24

Integrated electronics elements

- Zenevich A. O., Kochergina O. V., Busliuk V. V., Fedasiuk D. N., Lushchyi D. A.* Investigation of the dependence of the amplitude characteristics of noise diodes on temperature..... 32

Circuit engineering and design

- Smirnov V. I., Gavrikov A. A., Neichev V. F.* Modulation method for measuring thermal resistances in power IGBT modules 40
- Cheremisinov D. I., Cheremisinova L. D.* Methods of structural recognition of subcircuits of pass transistor logic in CMOS circuits..... 51
- Kulish A. M., Losev V. V.* The design of the X-band low-noise amplifier with bypass option using 0.5 μm GaAs pHEMT process design kit 64

Integrated radioelectronic devices

- Pilkevich A. V., Sadkov V. D.* Investigation of the influence of the design parameters of the absorbing elements of microstrip attenuators on their frequency characteristics 76

Biomedical electronics

- Gurov K. O., Mindubaev E. A., Danilov A. A.* Application of PWM actuation of capacitor capacitance to stabilize the output characteristics of the implant inductive power supply system 87

Information-communication technologies

- Sotnikov A. V., Shipatov A. V., Savchenko Yu. V.* An adaptive algorithm for object tracking in video images..... 94
- Gavrilova D. A.* Improving the performance of the debugging server by optimizing the command decryption function 107

Anniversaries

- Saurov Aleksandr Nikolaevich is 65 years old..... 117

Conferences

- 32nd All-Russian Interuniversity Scientific and Technical Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists with International Participation “Microelectronics and Informatics – 2025”..... 4 cover page
- Instructions for authors 119