

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



Известия высших учебных заведений.

## ЭЛЕКТРОНИКА

Научно-технический журнал

Том 30, № 3, 2025

май – июнь

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

**Мешиеряков 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 18.06.2025. Формат бумаги 60×84 1/8. Цифровая печать.

Объем 15,345 усл.печ.л., 13,844 уч.-изд.л. Тираж 150 экз. Заказ № 4. 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

### Фундаментальные исследования

- Лавров И. В., Бардушкин В. В., Яковлев В. Б., Мигунова Е. С.* Концентрация напряженности температурного поля на поверхности включений графена в композите с полимерной матрицей .. 259

### Материалы электроники

- Кружалина М. Д., Тарасов А. М., Дронова Д. А., Волкова Л. С., Трегубов А. В., Журина Е. С., Шабеева Е. Н., Дубков С. В., Громов Д. Г.* Гидротермальный синтез композитных наноструктур  $\text{TiO}_2/\text{SrTiO}_3$  для применения в фотокатализе ..... 274
- Хамдохов З. М., Маргушев З. Ч., Калажкоков З. Х., Калажкоков Х. Х.* Влияние облучения ионами  $\text{N}^+$ ,  $\text{Ar}^+$ ,  $\text{He}^+$  на структуру коллоидного графита ..... 287

### Технологические процессы

- Корчагин Е. П., Штерн Ю. И., Лавренова А. М., Штерн М. Ю., Розачев М. С., Бабич А. В.* Высокотемпературные контактные системы W-Co/Ag-Zn для термоэлементов ..... 293
- Шевнина Ю. С., Зайцев В. В., Винокуров А. А., Хвостик П. М., Конюхов Е. В.* Адаптивное управление совмещением и позиционированием элементов при автоматизации сборочных операций ..... 303

### Схемотехника и проектирование

- Шевцов Н., Хисамов В. Т., Переверзев А. Л., Терновой Н. Э.* Конвейеризация умножителя Уоллеса для одноконтурного процессора с архитектурой RISC-V ..... 313

### Микро- и наносистемная техника

- Пилькевич А. В., Садков В. Д.* Исследование теплового режима микрополосковых аттенюаторов с навесными пленочными поглощающими элементами ..... 324

### Биомедицинская электроника

- Чупраков Д. А., Пожар К. В., Струкова Э. И., Кирюточкин Н. С.* Программный симулятор для оценки алгоритмов автоматизированной инсулинотерапии ..... 334

### Информационно-коммуникационные технологии

- Ефанов Д. В., Елина Е. И.* Коды с суммированием весовых коэффициентов разрядов из натурального ряда чисел. I. Свойства кодов с суммированием ..... 344
- Портнов Е. М., Кокин В. В., Си Ту Тант Син, Аунг Чжо Мьо, Волков А. С.* Спорадический способ обработки аварийных данных в распределенных энергосистемах ..... 362
- Памяти Неволлина Владимира Кирилловича ..... 374

### Юбилей

- Сигову Александру Сергеевичу – 80 лет ..... 376
- Неволлину Владимиру Николаевичу – 80 лет ..... 377
- Дубовому Николаю Дмитриевичу – 90 лет ..... 378

### Конференции

- Об итогах Круглого стола «Большие языковые модели в преподавательской практике университета и колледжа с учетом психофизических факторов» ..... 379
- Об итогах 32-й Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Микроэлектроника и информатика – 2025» с международным участием ..... 381
- К сведению авторов ..... 383



**Proceedings of Universities.  
ELECTRONICS**

*The scientific and technical journal*

**Volume 30, No. 3, 2025**

**May – June**

*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 18.06.2025. Sheet size 60×84 1/8. Digital printing. Conventional printed sheets 15.345. Number of copies 150. Order no. 4. 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

### Fundamental researches

- Lavrov I. V., Bardushkin V. V., Yakovlev V. B., Migunova E. S.* Concentration of temperature field intensity on the surface of graphene inclusions in a composite with a polymer matrix ..... 259

### Electronics materials

- Kruzhalina M. D., Tarasov A. M., Dronova D. A., Volkova L. S., Tregubov A. V., Zhurina E. S., Shabaeva E. N., Dubkov S. V., Gromov D. G.* Hydrothermal synthesis of  $\text{TiO}_2/\text{SrTiO}_3$  composite nanostructures for photocatalysis application ..... 274
- Khamdokhov Z. M., Margushev Z. Ch., Kalazhokov Z. Kh., Kalazhokov Kh. Kh.* The effect of irradiation with  $\text{N}^+$ ,  $\text{Ar}^+$ ,  $\text{He}^+$  ions on the structure of colloidal graphite ..... 287

### Technological processes

- Korchagin E. P., Shtern Yu. I., Lavrenova A. M., Shtern M. Yu., Rogachev M. S., Babich A. V.* High-temperature W-Co/Ag-Zn contact systems for thermoelements ..... 293
- Shevnina Yu. S., Zaitsev V. V., Vinokurov A. A., Khvostik P. M., Konyukhov E. V.* Adaptive control of alignment and positioning of elements in automation of assembly operations ..... 303

### Circuit engineering and design

- Shevtsov N., Khisamov V. T., Pereverzev A. L., Ternovoy N. E.* Pipelining of the Wallace multiplier for a single-cycle processor with RISC-V architecture ..... 313

### Micro- and nanosystem technology

- Pilkevich A. V., Sadkov V. D.* Investigation of the thermal condition of microstrip attenuators with add-on film absorbing elements ..... 324

### Biomedical electronics

- Chuprakov D. A., Pozhar K. V., Strukova E. I., Kiryutochkin N. S.* The software simulator for evaluating automated insulin therapy algorithms ..... 334

### Information-communication technologies

- Efanov D. V., Yelina Y. I.* Sum codes of weight coefficients of digits from a natural series of numbers. I. Properties of sum codes ..... 344
- Portnov E. M., Kokin V. V., Si Thu Thant Sin, Aung Kyaw Myo, Volkov A. S.* Sporadic method of processing emergency data in distributed power systems ..... 362
- In memory of Nevolin Vladimir Kirillovich ..... 374

### Anniversaries

- Sigov Alexander Sergeevich is 80 years old ..... 376
- Nevolin Vladimir Nikolaevich is 80 years old ..... 377
- Dubovoi Nikolay Dmitrievich is 90 years old ..... 378

### Conferences

- On summation of the Round Table “Large Language Models in University Teaching Practice with Account for Psychophysical Factors” ..... 379
- On summation of the 32nd All-Russian Interuniversity Scientific and Technical Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists with International Participation “Microelectronics and Informatics – 2025” ..... 381
- Instructions for authors ..... 383