

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



Известия высших учебных заведений.

ЭЛЕКТРОНИКА

Том 26, № 3-4, 2021

май – июнь

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), 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., Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова (Москва, Россия)

Лабунов 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”, 2021

© МИЭТ, 2021

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

Петросянец 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

Тимошенко 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@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 22.06.2021. Формат бумаги 60×84 1/8. Цифровая печать.

Объем 16,275 усл.печ.л., 14,58 уч.-изд.л. Тираж 200 экз. Заказ № 4. 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 «Пресса России» ООО «Агентство «Книга-Сервис» – 38934

СОДЕРЖАНИЕ

Материалы электроники

- Виздорович Е.Н.* Прогнозирование условий хлоридно-гидридной эпитаксии слоев $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{As}_{1-x}\text{P}_x$, изопериодных с GaAs и $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ 207
- Зайцева Ю.С., Боргардт Н.И., Приходько А.С., Zallo E., Calarco R.* Электронно-микроскопические исследования структуры тонких эпитаксиальных слоев $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, выращенных на подложке Si(111) 214

Технологические процессы и маршруты

- Abazyan S.S., Melikyan V.Sh.* Power and Ground Metal Insertion into Integrated Circuit Design Combined with Timing Aware Dummy Metal Fill Insertion
(*Абазян С.С., Меликян В.Ш.* Конструирование шин питания и заземления в интегральной схеме с вставкой фиктивного металлического заполнителя с учетом временных параметров) 226
- Новак А.В., Новак В.Р., Румянцев А.В.* Особенности процесса изготовления кремниевых игл для кантилеверов 234
- Тихонов Р.Д., Поломошнов С.А., Амеличев В.В., Черемисинов А.А., Ковалев А.М.* Формирование пленок тройной системы CoNiFe электрохимическим осаждением 246
- Чугунов Е.Ю., Погалов А.И., Тимошенков С.П.* Инженерные расчеты узлов и сборок изделий микроэлектронной техники с применением конечно-элементного моделирования 255
- Каракеян В.И., Харламов Н.Р., Рябышенков А.С.* Оценка профессиональных рисков в технологических помещениях на предприятии микроэлектроники 265

Схемотехника и проектирование

- Melikyan V.Sh., Gevorgyan V.S.* High Accuracy Two-Step Flash ADC with Changeable Comparison Range Using Latch Based Comparator
(*Меликян В.Ш., Геворгян В.С.* Высокоточный двухступенчатый АЦП с изменяемым диапазоном сравнения с использованием компаратора на основе защелки) 273
- Волобуев С.В., Рябцев В.Г.* Особенности интерфейса устройства тестового диагностирования памяти DDR SDRAM 282

Информационно-коммуникационные технологии

- Степанов Н.В.* Оценка вероятности выполнения целевых функций автомата видеоконтроля 291
- Гагарина Л.Г., Доронина А.А., Фомин Р.А., Чухляев Д.А.* Исследование управляемости билинейных систем с ограниченным управлением 302
- Гостева А.А., Матушко А.К., Якубайлик О.Э.* Исследование антропогенных изменений в городском ландшафте по данным инфракрасного диапазона Landsat-8 314

Краткие сообщения

- Злобин А.В., Клюкин В.И., Николаенков Ю.К.* Моделирование блока восстановления тактовой частоты и данных на основе схемы фазовой автоподстройки частоты 324
- Гундарцев М.А., Каракеян В.И., Рябышенков А.С., Шараева В.П.* Применение методологии энергоэкологического анализа для исследования системы удаления воздуха чистых помещений в микроэлектронике 328

Юбилей

- Неволину Владимиру Кирилловичу – 80 лет 333
- Чаплыгину Юрию Александровичу – 70 лет 335

Конференции

- Харач О.Г.* Об итогах 28-й Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика – 2021» 337
- X Юбилейная Всероссийская с международным участием научно-техническая конференция «Проблемы разработки перспективных микро- и нанoeлектронных систем» (МЭС-2021) 2-я стр. обложки
- К сведению авторов 339

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



Proceedings of Universities. ELECTRONICS

Volume 26, No. 3-4, 2021

May – June

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), 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., Optolink LLC (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., Prokhorov Academy of Engineering Sciences (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., CJSC Company «Synopsys 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”, 2021

© MIET, 2021

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@mieee.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 22.06.2021. Sheet size 60×84 1/8. Digital printing. Conventional printed sheets 16,275. Number of copies 200. 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 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 «Russian Press» LLC «Agency «Book a Service» – 38934

CONTENTS

Electronics materials

- Vigdorovich E.N.* Prediction of the Conditions of Chloride-Hydride Epitaxy of $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{As}_{1-x}\text{P}_x$ Isoperiod Layers with GaAs and $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ 207
- Zaytseva Yu.S., Borgardt N.I., Prikhodko A.S., Zallo E., Calarco R.* Electron Microscopy Studies of the Structure of Thin Epitaxial $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ Layers Grown on Si(111) Substrate 214

Technological processors and routes

- Abazyan S.S., Melikyan V.Sh.* Power and Ground Metal Insertion into Integrated Circuit Design Combined with Timing Aware Dummy Metal Fill Insertion 226
- Novak A.V., Novak V.R., Rumyantsev A.V.* Features of the Manufacturing Process of Silicon Tips for Cantilevers 234
- Tikhonov R.D., Polomoshnov S.A., Amelichev V.V., Cheremisinov A.A., Kovalev A.M.* CoNiFe Triple System Films Formation by Electrochemical Deposition 246
- Chugunov E.Y., Pogalov A.I., Timoshenkov S.P.* Engineering Calculations of Microelectronic Products Parts and Assemblies Using Finite-Element Modeling 255
- Karakeyan V.I., Kharlamov N.R., Ryabyshenkov A.S.* Occupational Risk Assessment in Engineering Spaces at the Microelectronics Enterprise 265

Circuit engineering and design

- Melikyan V.Sh., Gevorgyan V.S.* High Accuracy Two-Step Flash ADC with Changeable Comparison Range Using Latch Based Comparator 273
- Volobuev S.V., Ryabtsev V.G.* Interface Features of the DDR SDRAM Memory Test Diagnostic Device 282

Information-communication technologies

- Stepanov N.V.* Estimation of the Automated Video Control Device's Target Functions Performance Probability 291
- Gagarina L.G., Doronina A.A., Fomin R.A., Chukhlyaev D.A.* Study of Controllability of Bilinear Systems with Limited Control 302
- Gosteva A.A., Matuzko A.K., Yakubailik O.E.* Study of Anthropogenic Changes in the Urban Landscape Based on the Landsat-8 Infrared Range 314

Brief reports

- Zlobin A.V., Klyukin V.I., Nickolaenkov Yu.K.* Clock Signal and Data Recovery Unit Modeling Based on Phase-Locked-Frequency Scheme 324
- Gundartsev M.A., Karakeyan V.I., Ryabyshenkov A.S., Sharaeva V.P.* Energy and Environment Analysis Methodology Application for the Study of the Clean Room Air Removal System in Microelectronics 328

Anniversaries

- Nevolin Vladimir Kirillovich is 80 years old 333
- Chaplygin Yury Aleksandrovich is 70 years old 335

Conferences

- Harach O.G.* About the Results of the 28 All-Russian Interuniversity Scientific and Technical Conference of Students and Graduate Students «Microelectronics and Informatics – 2021» 337
- X Anniversary All-Russian Scientific and Technical Conference with International Participation «Problems of Development of Advanced Micro- and Nanoelectronic Systems» (MES-2021) 2 cover page
- Instructions for authors 339