



Известия высших учебных заведений ЭЛЕКТРОНИКА

Том 22 № 4
2017 июль–август

Научно-технический журнал

Издается с 1996 г.

Выходит 6 раз в год

Учредители:

Министерство
образования и науки
Российской Федерации

Национальный
исследовательский
университет «МИЭТ»

Главный редактор

Чаплыгин Ю.А., академик РАН,
д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

Гаврилов С.А., д.т.н., проф.

Редакционная коллегия:

Бархоткин В.А., д.т.н., проф.

Бахтин А.А., канд. т. н., доц.

Быков Д.В., д.т.н., проф.

Горбачев А.А., чл.-корр. РАН,
д.ф.-м.н., проф.

Грибов Б.Г., чл.-корр. РАН,
д.х.н., проф.

Казёнов Г.Г., д.т.н., проф.

Коноплев Б.Г., д.т.н., проф.

Коркишко Ю.Н., д.ф.-м.н., проф.

Королёв М.А., д.т.н., проф.

Красников Г.Я., акад. РАН,
д.т.н., проф.

Кубарев Ю.В., д.ф.-м.н., проф.

Лабуню В.А., акад. НАН Беларуси,
акад. РАН, д.т.н., проф.

Максимов И.А., PhD, проф.
Лундского университета
(Швеция)

Меликян В.Ш., чл.-корр. НАН Армении,
д.т.н., проф.

Неволин В.К., д.ф.-м.н., проф.

Неволин В.Н., д.ф.-м.н., проф.

Петросянц К.О., д.т.н., проф.

Сазонов А.Ю., PhD, проф.
Университета Ватерлоо
(Канада)

Сауров А.Н., акад. РАН, д.т.н., проф.

Селищев С.В., д.ф.-м.н., проф.

Сизов А.С., акад. РАН,
д.ф.-м.н., проф.

Таиров Ю.М., д.т.н., проф.

Телец В.А., д.т.н., проф.

Тимошенко С.П., д.т.н., проф.

Усанов Д.А., д.ф.-м.н., проф.

СОДЕРЖАНИЕ

Технологические процессы и маршруты

Белов А.Н., Перевалов А.А., Шевяков В.И. Мемристорные структуры для микро- и нанoeлектроники. Физика и технология. Обзор. 305

Вигдорович Е.Н. Механизм формирования квантово-размерных слоев гетероструктур AlGaIn/GaN/InGaIn/GaN ... 322

Волоховский А.Д., Герасименко Н.Н., Петраков Д.С. Применение комбинированных оптических методов для контроля процесса травления щелевой изоляции 331

Рябышенков А.С. Термодинамический анализ процесса воздухоподготовки чистых помещений 341

Элементы интегральной электроники

Сергеев В.А., Тетенькин Я.Г. Оценка адекватности тепловой модели КМОП цифровых интегральных схем по переходным тепловым характеристикам 350

Кононов В.С., Шелепин Н.А. Повышение эффективности моделирования переходных процессов в КМОП-микросхемах с учетом одиночных радиационных эффектов 361

Схемотехника и проектирование

Гаврилов С.В., Карева Е.С., Рыжова Д.И. Алгоритмы логико-топологического синтеза библиотечных элементов и блоков с регулярной структурой для технологических норм проектирования 32 нм 369

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://www.miet.ru

Подписано в печать 31.07.2017.
Формат бумаги 60×84 1/8.
Цифровая печать.
Объем 12,6 усл.печ.л.,
11,136 уч.-изд.л.
Тираж 150 экз.
Заказ 14.
Свободная цена.

Отпечатано
в типографии ИПК МИЭТ
124498, Россия, г. Москва,
г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1, МИЭТ

Свидетельство о регистрации
№ 014134
выдано Комитетом РФ по печати
12.10.95.

Включен в Перечень рецензируе-
мых научных изданий, в которых
должны быть опубликованы основ-
ные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени кандида-
та 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.

Булах Д.А., Казённов Г.Г., Лапин А.В. Использование
модификации алгоритма работы сетей Петри для функ-
ционального моделирования логических схем, представ-
ленных на вентиляльном уровне 379

Микро- и наносистемная техника

Аунг Тхура, Симонов Б.М., Тимошенков С.П. Влияние
параметров конструкции актюаторов на чувстви-
тельность частотных микроакселерометров 386

Краткие сообщения

Кондратьев П.К. Методика регулирования concentra-
ции углеродных нанотрубок при формировании компо-
зитной металлизации ИС 398

Тимошенков В.П., Фатеев И.А. DICE КМОП КНИ-
триггер, устойчивый к воздействию тяжелых заряжен-
ных частиц для применения в приемных трактах 402

К сведению авторов 407

Proceedings of Universities. ELECTRONICS

Volume 22 No. 4
2017 July–August

Founders:

The Ministry
of Education and Science
of the Russian Federation

The National
Research University
of Electronic Technology

Editor-in-Chief

Chaplygin Yu.A., Dr. Sci. (Tech.),
Prof., Acad. RAS

Deputy Editor-in-Chief

Gavrilov S.A., Dr. Sci. (Tech.),
Prof.

Editorial Board:

Barkhotkin V.A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

Bahtin A.A., Cand. Sci. (Tech.)

Bykov D.V., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

Gorbatsevich A.A., Dr. Sci. (Phys.-Math.),
Prof., Cor. Mem. RAS

Gribov B. G., Dr. Sci. (Chem.), Prof.

Kazennov G.G., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

Konoplev B.G., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

Korkishko Yu.N., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.

Korolev M.A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

Krasnikov G.Ya., Dr. Sci. (Tech.), Prof.,
Acad. RAS

Kubarev Yu.V., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.

Labunov V.A. (Belorussia),
Dr. Sci. (Tech.), Prof.,
Acad. NAS, Acad. RAS

Maksimov I.A. (Sweden), PhD, Prof.
of Lund University

Melikyan V.Sh. (Armenia), Dr. Sci. (Tech.),
Prof., Cor. Mem. NAS

Nevolin V.K., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.

Nevolin V.N., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.

Petrosyantz K.O., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

Sazonov A.Yu. (Canada), PhD,
Prof. of University of Waterloo

Saurov A.N., Dr. Sci. (Tech.), Prof.,
Acad. RAS

Selishchev S.V., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.

Sigov A.S., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.,
Acad. RAS

Tairov Yu.M., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

Telets V.A., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

Timoshenkov S.P., Dr. Sci. (Tech.), Prof.

Usanov D.A., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.

The scientific-technical journal

Published since 1996

Published 6 times per year

CONTENTS

Technological processes and routes

Belov A.N., Perevalov A.A., Shevyakov V.I. Physics-
Technological Fabrication of Memresistors for Micro- and
Nanoelectronics. Review. 305

Vigdorovich E.N. Mechanism of Forming of Quantum-
Size Layers of AlGaIn/GaN/InGaIn/GaN Layers 322

Volokhovskiy A.D., Gerasimenko N.N., Petrakov D.S.
Application of Optical Combined Methods to Control of
Shallow Etching Process 331

Ryabyshenkov A.S. Thermodynamic Analysis of Process
of Clean Rooms Air Handling 341

Integrated electronics elements

Sergeev V.A., Tetenkin Ya.G. Assessment of Adequacy of
the CMOS Linear Thermal Model of Digital Integrated Cir-
cuits on Transient Thermal Characteristics 350

Kononov V.S., Shelepin N.A. An Increase of Efficiency in
Modeling Transient Processes in CMOS-Microchips Con-
sidering Single Radiation Effects 361

Circuit engineering and design

Gavrilov S.V., Kareva E.S., Ryzhova D.I. Algorithms of
Logical and Physical Synthesis of Library Elements with
Regular Structure for Design Rules 32 nm 369

Head of editorial staff
Zvereva S.G.

Chief editors
Tikhonova A.V.,
Proskuryakova I.V.

Make-up
Ryzhkov S.Yu.
Ryzhkov A.Yu.

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://www.miet.ru

Signed to print 31.07.2017.
Sheet size 60×84 1/8.
Digital printing.
Conventional printed sheets 12,6.
Number of copies 150.
Order no. 14.
Free price.

The journal is printed at the printing
workshop of the MIET
124498, Russia, Moscow, Zelenograd,
Bld. 1, Shokin Square, MIET

The registration certificate No.014134
was given by RF Press Committee
on 12.10.95.

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 Rus-
sian index of scientific citing and into the
Rating Science Index.

The journal is included into the Rus-
sian Science Citation Index on the Web
of Science basis.

Bulakh D.A., Kazennov G.G., Lapin A.V. Use of Modifi-
cation of Petri Nets Operation Algorithm for Functional
Simulation of Gate Level Digital Circuits 379

Micro- and nanosystem technology

Aung Thura, Simonov B.M., Timoshenkov S.P. Influence
of Parameters of Actuators Constructions on Sensitivity of
Frequency Microaccelerometers 386

Brief reports

Kondratiev P.K. Controlling of Carbon Nanotubes Concen-
tration in VLSI Metallization Based on Metal Matrix – CNT
Composite Conductors 398

Timoshenkov V.P., Fateev I.A. DICE Flip Flop Trigger
Tolerant to Effect of Heavy Charged Particles 402