



# Известия высших учебных заведений ЭЛЕКТРОНИКА

Том 20 № 6  
2015 ноябрь–декабрь

## Учредители:

Министерство  
образования и науки  
Российской Федерации

Национальный  
исследовательский  
университет «МИЭТ»

## Главный редактор

Вернер В.Д., д.ф.-м.н., проф.

## Зам. главного редактора

Чаплыгин Ю.А., чл.-корр. РАН,  
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.

Гаврилов С.А., 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.

Казённых Г.Г., д.т.н., проф.

Коноплев Б.Г., д.т.н., проф.

Коркишко Ю.Н., д.ф.-м.н., проф.

Король М.А., д.т.н., проф.

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

Кубарев Ю.В., д.ф.-м.н., проф.

Лабунов В.А., акад. НАН

Беларуси, 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.

Руденко А.А., канд.т.н., доц.

Сазонов А.Ю., PhD, проф.

Университета Ватерлоо  
(Канада)

Сауров А.Н., чл.-корр. 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.

Тихонов А.Н., д.т.н., проф.

Усанов Д.А., д.ф.-м.н., проф.

Научно-технический журнал

Издается с 1996 г.

Выходит 6 раз в год

## СОДЕРЖАНИЕ

### Материалы электронной техники

Завгородняя М.И., Лавров И.В. Методы учета случайности формы включений при вычислении эффективных диэлектрических характеристик гетерогенных текстурированных материалов ..... 565

Голубятников В.А., Лысенко А.П., Белов А.Г., Каневский В.Е. Метод исследования гальваномагнитных свойств  $Cd_xHg_{1-x}Te$  и  $Cd_xHg_{1-x}Te/Cd_{1-y}Zn_yTe$  ..... 576

### Технология микро- и нанoeлектроники

Пятилова О.В., Сыса А.В., Гаврилов С.А., Якимова Л.В., Павлов А.А., Белов А.Н., Раскин А.А. Влияние переноса ионов  $Ag^+$  на локализацию металл-стимулированного травления поверхности кремния ..... 582

Лаврентьев К.К., Неволин В.К., Розанов Р.Ю., Царик К.А., Зайцев А.А. Формирование наноразмерных элементов затворов СВЧ-транзисторов методом ионно-лучевой литографии..... 591

### Микроэлектронные приборы и системы

Сергеев В.А., Фролов И.В., Широков А.А. Двухсекционная низкочастотная эквивалентная схема зеленых InGaN-светодиодов для описания шумовых характеристик..... 598

Садков В.Д., Лопаткин А.В. Уточненная модель низкоомных пленочных резисторов с гребенчатой структурой ..... 607

**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,  
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 16.12.2015.  
Формат бумаги 60×84 1/8.  
Цифровая печать.  
Объем 11,63 усл.печ.л.,  
11,4 уч.-изд.л.  
Заказ № 96.

Отпечатано  
в типографии ИПК МИЭТ  
124498, 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.

## Схемотехника и проектирование

**Бачманов В.А., Заболотнов И.В., Лапин А.В.** Приме-  
нение табличных моделей туннельных эффектов для ус-  
корения SPICE-моделирования нанометровых МОП-  
транзисторов..... 616

## Информационные технологии

**Джиган В.И., Смекалов А.И.** Цифровой синтезатор с  
прямым вычислением гармонического сигнала ..... 625

**Переверзев А.Л., Силантьев А.М.** Анализ проблем  
создания платформонезависимого HDL-описания моду-  
ля быстрого преобразования Фурье ..... 634

## Краткие сообщения

**Дюжев Н.А., Королёв М.А., Катеев М.В., Гусев Е.Э.** Мо-  
делирование зависимости выходных характеристик  
первичного преобразователя датчика потока мембранно-  
го типа от его конструктивных параметров..... 644

**Петросяни К.О., Кожухов М.В.** Влияние параметров  
слоя кремний-германиевой базы на эффект саморазогре-  
ва в структуре гетеропереходного биполярного транзи-  
стора ..... 648

**Тимошенков В.П., Ваньков В.А., Стародубцев К.С.** Дельта-сигма-модулятор для мультистандартной обра-  
ботки сигналов..... 652

Тематический указатель статей, опубликованных в  
2015 году ..... 656

Встреча в МИЭТ с нобелевским лауреатом  
по физике Жоресом Ивановичем Алфёровым ..... 2 стр. обложки

# Proceedings of Universities. ELECTRONICS

Volume 20 N 6  
2015 November–December

## Founders:

The Ministry  
of Education and Science  
of the Russian Federation

The National  
Research University  
of Electronic Technology

## Editor-in-Chief

Verner V.D., Dr. Sci. (Phys.-Math.),  
Prof.

## Deputy Editor-in-Chief

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

## Editorial Board:

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

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

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

Gavrilov S. A., 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.

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

Melikian 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.

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

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

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

Saurov A.N., Dr. Sci. (Tech.), Prof.,  
Cor. Mem. 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.

Tikhonov A.N., 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

### Electronic engineering materials

- Zavgorodnyaya M.I., Lavrov I.V. Methods of Accounting of Randomness of Inclusions' Form in Calculation of Effective Dielectric Characteristics of the Heterogeneous Textured Materials ..... 565

- Golubyatnikov V.A., Lysenko A.P., Belov A.G., Kanevskii V.E. Method of Study on Galvanomagnetic Properties of  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$  and  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}/\text{Cd}_{1-y}\text{Zn}_y\text{Te}$  ..... 576

### Micro- and nanoelectronic technology

- Pyatilova O.V., Sysa A.V., Gavrilov S.A., Yakimova L.V., Pavlov A.A., Belov A.N., Raskin A.A. Effect of Ionic  $\text{Ag}^+$  Transfer on Localization of Metal-Assisted Etching of Silicon Surface ..... 582

- Lavrentyev K.K., Nevolin V.K., Rozanov R.Yu., Tsarik K.A., Zaitsev A.A. Formation of Nanosize Elements of Microwave Transistors Gates by Ion Beam Lithography ... 591

### Microelectronic devices and systems

- Sergeev V.A., Frolov I.V., Shirokov A.A. Double Stage Low Frequency Noise Equivalent Circuit of Green InGaN LEDs for Description of Noise Characteristics ..... 598

- Sadkov V.D., Lopatkin A.V. More Precise Model of Low Impedance Film Resistors with Comb Structure ..... 607

## 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, 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>

The journal is printed at the printing  
workshop of the MIET  
124498, 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.

## Circuit engineering and design

*Bachmanov V.A., Zabolotnov I.V., Lapin A.V.* Implemen-  
tation of Table Models of Tunneling Effects for Accelera-  
tion SPICE-Simulation of Nanometer MOSFET Transistors. 616

## Information technologies

*Djigan V.I., Smekalov A.I.* Digital Synthesizer Based on  
Direct Calculation of Harmonic Signal ..... 625

*Pereverzev A.L., Silantiev A.M.* Analysis Problems in of  
Creating a Platform Independent HDL-Description of Fast  
Fourier Transform Module ..... 634

## Brief reports

*Dyuzhev N.A., Korolev M.A., Kateev M.V., Gusev Ye.E.*  
Simulation of Dependence of Output Characteristics of  
Membrane Type Primary Flow Sensor Converter on Its De-  
sign Parameters ..... 644

*Petrosyants K.O., Kozhukhov M.V.* Effect of SiGe Base  
Layer Parameters on Self-Heating Effect on Temperature  
Distribution in Heterojunction Bipolar Transistor Structure .... 648

*Timoshenkov V.P., Vankov V.A., Starodubtsev K.S.* Delta  
Sigma Modulator for Multistandard Signal Processing ..... 652