

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (ПИ № ФС77-74297 от 09.11.2018 г.).

**Индекс по каталогу** «Пресса России» 45818

**Учредитель и издатель:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») Журнал основан в 1998 г.

Издается 6 раз в год.

Включен в RSCI на платформе Web of Science, Ulrichsweb Global Serials Director, Bielefeld Academic Search Engine,

Google Scholar, Library of Congress, Research4life, ResearchBib, WorldCat, The Lens, OpenAIRE. Индексируется и архивируется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ); соответствует декларации Budapest Open Access Initiative, является членом Directory of Open Access Journals (DOAJ), Crossref.

**Редакция журнала:**

197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 5, СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: 8 (812) 234-10-13,

e-mail: radioelectronic@yandex.ru

**RE.ELTECH.RU**

© СПбГЭТУ «ЛЭТИ», оформление, 2020

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

*ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР*

**Б. А. КАЛИНИКОС**, д.ф.-м.н., проф.,

Санкт-Петербургский государственный

электротехнический университет «ЛЭТИ»

им. В. И. Ульянова (Ленина), С.-Петербург, Россия

*ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ*

**В. М. КУТУЗОВ**, д.т.н., президент, Санкт-Петербургский

государственный электротехнический университет

«ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), С.-Петербург, Россия

*РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:*

**Dieter H. BIMBERG**, PhD, Dr. phil. nat. Dr. h. c. mult.,

исполн. директор "Bimberg Center of Green Photonics",

Чанчуньский институт оптики, точной механики

и физики КАН, Чанчунь, Китай

**Anna DZVONKOVSKAYA**, Cand. of Sci. (Phys-Math),

R & D разработчик, HELZEL Messtechnik,

Кальтенкирхен, Германия

**Matthias A. HEIN**, PhD, Dr. Rer. Nat. Habil., Prof.,

Технический университет, Ильменау, Германия

**Jochen HORSTMANN**, PhD, Dr. Rer. Nat., директор

департамента, Гельмгольц-центр, Гестахт, Германия

**Alexei KANAREYKIN**, Dr. Sci., гл. исполн. директор,

Euclid TechLabs LLC, Солон, США

**Erkki LANDEKANTA**, PhD, Prof., Технический

университет, Лаппеенранта, Финляндия

**Ferran MARTIN**, PhD (Phys.), Prof., Автономный

университет, Барселона, Испания

**Piotr SAMCZYNSKI**, PhD, DSc, Associate Prof.,

Варшавский технологический университет,

Институт электронных систем, Варшава, Польша

**Thomas SEEGER**, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Университет Зигена,

Зиген, Германия

**А. Г. ВОСТРЕЦОВ**, д.т.н., проф., Новосибирский

государственный технический университет,

Новосибирск, Россия

**С. Т. КНЯЗЕВ**, д.т.н., доц., Уральский федеральный

университет, Екатеринбург, Россия

**А. Н. ЛЕУХИН**, д.ф.-м.н., проф., Марийский

государственный технический университет,

Йошкар-Ола, Россия

**С. Б. МАКАРОВ**, д.ф.-м.н., проф., Санкт-Петербургский

государственный политехнический университет

им. Петра Великого, С.-Петербург, Россия

**Л. А. МЕЛЬНИКОВ**, д.ф.-м.н., проф., Саратовский

государственный технический университет

им. Гагарина Ю. А., Саратов, Россия

**А. А. МОНАКОВ**, д.т.н., проф., Санкт-Петербургский

государственный университет аэрокосмического

приборостроения (ГУАП), С.-Петербург, Россия

**А. А. ПОТАПОВ**, д.ф.-м.н., гл.н.с., Институт радиотехники

и электроники им. В. А. Котельникова РАН, Москва, Россия

**Н. М. РЫСКИН**, д.ф.-м.н., гл.н.с., Саратовский филиал ИРЭ

РАН, Саратов, Россия

**С. В. СЕЛИЩЕВ**, д.ф.-м.н., проф., НИУ Московский

институт электронной техники, Москва, Россия

**А. Л. ТОЛСТИХИНА**, д.ф.-м.н., гл.н.с., Институт

кристаллографии им. А. В. Шубникова РАН,

Москва, Россия

**А. Б. УСТИНОВ**, д.ф.-м.н., проф., Санкт-Петербургский

государственный электротехнический университет

«ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), С.-Петербург, Россия

**В. М. УСТИНОВ**, д.ф.-м.н., чл.-кор. РАН, директор, Центр

микроразработки и субмикронных

гетероструктур РАН, С.-Петербург, Россия

**В. А. ЦАРЕВ**, д.т.н., проф., Саратовский государственный

технический университет им. Гагарина Ю. А.,

Саратов, Россия

**Ю. В. ЮХАНОВ**, д.т.н., проф., Южный федеральный

университет, Ростов-на-Дону, Россия

*ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ*

**В. А. МЕЙЕВ**, к.т.н., с.н.с., Санкт-Петербургский

государственный электротехнический университет

«ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), С.-Петербург, Россия

**Цель журнала** – освещение актуальных проблем, результатов прикладных и фундаментальных исследований, определяющих направление и развитие научных исследований в области радиоэлектроники

**Журнал выполняет следующие задачи:**

– предоставлять авторам возможность публиковать результаты своих исследований;

– расширять сферу профессионального диалога

российских и зарубежных исследователей;

– способствовать становлению лидирующих мировых

позиций ученых России в области теории и практики радиоэлектроники;

– знакомить читателей с передовым мировым опытом внедрения научных разработок;

– привлечь перспективных молодых специалистов

к научной работе в сфере радиоэлектроники;

– информировать читателей о проведении симпозиумов,

конференций и семинаров в области радиоэлектроники



Материалы журнала доступны по лицензии Creative Commons Attribution 4.0



# *JOURNAL OF THE RUSSIAN UNIVERSITIES. RADIOELECTRONICS* *IZVESTIYA VYSSHIKH UCHEBNYKH ZAVEDENII ROSSII. RADIOELEKTRONIKA*

Registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (PI № FS77-74297 from 09.11.2018).

Subscription index in "Press of Russia" catalogue is 45818

**Founder and publisher:** Saint Petersburg Electrotechnical University (ETU)

Founded in 1998. Issued 6 times a year.

The journal is included in RSCI (Web of Science platform), Ulrichsweb Global Serials Director, Bielefeld Academic Search Engine, Google Scholar, Library of Congress, Research4Life, ResearchBib, WorldCat, The Lens, OpenAIRE.

The journal is indexed and archived in the Russian science citation index (RSCI).

The journal complies with the Budapest Open Access Initiative Declaration, is a member of the Directory of Open Access Journals (DOAJ) and Crossref.

**Editorial address:**

ETU, 5 Prof. Popov Str., St Petersburg 197376, Russia

Tel.: +7 (812) 234-10-13

E-mail: radioelectronic@yandex.ru **RE.ELTECH.RU**

© ETU, design, 2020

## EDITORIAL BOARD

### EDITOR-IN-CHIEF

**Boris A. KALINIKOS**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Saint Petersburg Electrotechnical University, St Petersburg, Russia

### CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD

**Vladimir M. KUTUZOV**, Dr. Sci. (Eng.), President, Saint Petersburg Electrotechnical University, St Petersburg, Russia

### EDITORIAL BOARD:

**Dieter H. BIMBERG**, PhD, Dr. phil. nat. Dr. h. c. mult., Executive Director of the "Bimberg Center of Green Photonics", Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics CAS, Changchun, China

**Anna DZVONKOVSKAYA**, Cand. of Sci. (Phys.-Math.), R & D developer, HELZEL Messtechnik, Kaltenkirchen, Germany

**Matthias A. HEIN**, PhD, Dr. Rer. Nat. Habil., Professor, Technical University, Ilmenau, Germany

**Jochen HORSTMANN**, PhD, Dr. Rer. Nat., Head of the Department of Radar Hydrography, Institute for Coastal Research, Helmholtz Zentrum Geesthacht, Geesthacht, Germany

**Alexei KANAREYKIN**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), President/CEO of Euclid TechLabs LLC, Solom, USA

**Sergey T. KNYAZEV**, Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

**Erkki LAHDERANTA**, PhD, Professor, Technical University, Lappeenranta, Finland

**Anatolii N. LEUKHIN**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

**Sergey B. MAKAROV**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Institute of Physics, Nanotechnology and Telecommunication St Petersburg Polytechnic University, St Petersburg, Russia

**Ferran MARTIN**, PhD (Phys.), Professor, Autonomous University, Barcelona, Spain

**Leonid A. MELNIKOV**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

**Andrei A. MONAKOV**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, State University of Aerospace Instrumentation, St Petersburg, Russia

**Alexandr A. POTAPOV**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Chief Researcher, Kotelnikov Institute of Radioengineering and Electronics (IRE) of RAS, Moscow, Russia

**Nikita M. RYSKIN**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Chief Researcher, Saratov Branch, Institute of Radio Engineering and Electronics RAS, Saratov, Russia

**Piotr SAMCZYNSKI**, PhD, DSc, Associate Professor, Warsaw University of Technology, Institute of Electronic Systems, Warsaw, Poland

**Thomas SEEGER**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, University of Siegen, Siegen, Germany

**Sergey V. SELISHCHEV**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, National Research University of Electronic Technology (MIET), Moscow, Russia

**Alla L. TOLSTIKHINA**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Chief Researcher, Divisional Manager, Institute of Crystallography named after A. Shubnikov RAS, Moscow, Russia

**Vladislav A. TSAREV**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov (SSTU), Saratov, Russia

**Aleksey B. USTINOV**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Saint Petersburg Electrotechnical University, St Petersburg, Russia

**Victor M. USTINOV**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Correspondent Member of RAS, director, Submicron Heterostructures for Microelectronics, Research & Engineering Center, RAS, St Petersburg, Russia

**Aleksey G. VOSTRETISOV**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

**Yu V. YUKHANOV**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

### EXECUTIVE SECRETARY

**Vladislav A. MEYEV**, Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher, Saint Petersburg Electrotechnical University, St Petersburg, Russia

**The journal is aimed** at the publication of actual applied and fundamental research achievements in the field of radioelectronics.

### Key Objectives:

- provide researchers in the field of radioelectronics with the opportunity to promote their research results;
- expand the scope of professional dialogue between Russian and foreign researchers;
- promote the theoretical and practical achievements of Russian scientists in the field of radioelectronics at the international level;

- acquaint readers with international best practices in the implementation of scientific results;
- attract promising young specialists to scientific work in the field of radioelectronics;
- inform readers about symposia, conferences and seminars in the field of Radioelectronics



All the materials of the journal are available under a Creative Commons Attribution 4.0 License

## СОДЕРЖАНИЕ

### Оригинальные статьи

#### *Электродинамика, микроволновая техника, антенны*

Кошкидько В. Г., Мигалин М. М. Применение макросов языка VBScript при моделировании волноводно-щелевых антенн в САПР Ansys HFSS.....6

#### *Радиолокация и радионавигация*

Быстрова И. В., Подкопаев Б. П. Локализация ошибок в сетях из цифровых автоматов состояний.....18

#### *Микро- и наноэлектроника*

Мокрушина С. А., Романов Н. М. Сравнение отклика МОП-транзистора на воздействие рентгеновского и гамма-облучения.....30

#### *Квантовая, твердотельная, плазменная и вакуумная электроника*

Даниленко А. А., Иванов А. Д., Иванов В. Л., Марочкин В. В., Михайлов Н. И., Перепеловский В. В. Характеристики *pin*-структуры с дискретно металлизированной поверхностью *i*-области .....41

#### *Радиофотоника*

Аронов Л. А., Доброленский Ю. С., Кулак Г. В. Статистическая модель гомодинного акустооптического спектроанализатора.....52

#### *Электроника СВЧ*

Комаров В. В., Бушанский С. К. Исследование полосовых фильтров К-диапазона на прямоугольных концентрических резонаторах.....63

#### *Приборы и системы измерения на основе акустических, оптических и радиоволн*

Пестерев И. С., Сосновский Н. Н., Степанов Б. Г. Излучение преобразователем волноводного типа в соосные с ним конусные полупространства.....70

#### *Приборы медицинского назначения, контроля среды, веществ, материалов и изделий*

Величко Е. Н., Котов О. И., Непомнящая Э. К., Петров А. Н., Соколов А. В. Об основных требованиях к элементам измерительной схемы лазерной корреляционной спектроскопии.....83

Красичков А. С., Мбазумутима Э., Шикама Ф., Нифонтов Е. М. Метод прогнозирования основных показателей кардиопульмонального нагрузочного тестирования для больных с хронической сердечной недостаточностью.....96

Правила для авторов статей .....105

## CONTENTS

### Original articles

#### *Electrodynamics, Microwave Technology, Antennas*

**Koshkid'ko V. G., Migalin M. M.** Design of a Slotted Waveguide Antenna by Means of VBScript Scripting Language Macros in CAD Ansys HFSS.....6

#### *Radar and Navigation*

**Bystrova I. V., Podkopaev B. P.** Fault Isolation in Network of State Automates.....18

#### *Micro- and Nanoelectronics*

**Mokrushina S. A., Romanov N. M.** Comparison of the MOSFET Response at Exposed of the X-Ray and Gamma Radiation.....30

#### *Quantum, Solid-state, Plasma and Vacuum Electronics*

**Danilenko A. A., Ivanov A. D., Ivanov V. L., Marochkin V. V., Mikhailov N. I., Perepelovskiy V. V.** The Characteristics of the *pin*-Structure with a Discrete Metallic Surface *i*-Region.....41

#### *Microwave Photonics*

**Aronov L. A., Dobrolensky Yu. S., Kulak G. V.** Statistic Model of Homodyne Acousto-Optic Spectrum Analyzer.....52

#### *Microwave Electronics*

**Komarov V. V., Bushanskiy S. K.** Investigation of Band-Pass Filters of K-Range on Rectangular Concentric Resonators.....63

#### *Instruments and Measurement Systems Based On Acoustic, Optical and Radio Waves*

**Pesterev I. S., Sosnovsky N. N., Stepanov B. G.** Radiation by Transducer of Waveguide Type into Conical Half-Spaces Coaxial with It.....70

#### *Medical Devices and Devices for Control of the Environment, Substances, Materials and Products*

**Velichko E. N., Kotov O. I., Nepomnyashchaya E. K., Petrov A. N., Sokolov A. V.** On Basic Requirements to Main Elements of Laser Correlation Spectrometer.....83

**Krasichkov A. S., Mbazumutima E., Shikema F., Nifontov E. M.** A Method for Predicting the Main Indicators of Cardiopulmonary Stress Testing for Patients with Chronic Heart Failure.....96

**Author's Guide**.....105