



Э Л Е К Т Р О Н Н О Е С Е Т Е В О Е И З Д А Н И Е

РОССИЙСКИЙ технологический журнал

**RUSSIAN
TECHNOLOGICAL
JOURNAL**

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Информационные системы. Информатика. Проблемы информационной безопасности • Роботизированные комплексы и системы. Технологии дистанционного зондирования и неразрушающего контроля • Современные радиотехнические и телекоммуникационные системы • Микро- и нанoeлектроника. Физика конденсированного состояния • Аналитическое приборостроение и технологии • Математическое моделирование • Экономика наукоемких и высокотехнологических предприятий и производств • Мировоззренческие основы технологии и общества | <ul style="list-style-type: none"> • Information systems. Computer sciences. Issues of information security • Multiple robots (robotic centers) and systems. Remote sensing and non-destructive testing • Modern radio engineering and telecommunication systems • Micro- and nanoelectronics. Condensed matter physics • Analytical instrument engineering and technology • Mathematical modeling • Economics of knowledge-intensive and high-tech enterprises and industries • Philosophical foundations of technology and society |
|--|--|

**Российский технологический журнал =
Russian Technological Journal
2021, том 9, № 4**

**Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal =
Russian Technological Journal
2021, Vol. 9, No. 4**

<https://doi.org/10.32362/2500-316X-2021-9-4>

<https://www.rtj-mirea.ru>



Электронное сетевое издание
Российский технологический журнал =
Russian Technological Journal
2021, том 9, № 4

Дата опубликования 30 июля 2021 г.

Научно-технический рецензируемый журнал освещает вопросы комплексного развития радиотехнических, телекоммуникационных и информационных систем, электроники и информатики, а также результаты фундаментальных и прикладных междисциплинарных исследований, технологических и организационно-экономических разработок, направленных на развитие и совершенствование современной технологической базы.

Периодичность: один раз в два месяца.

Журнал основан в декабре 2013 года. До 2016 года издавался под названием «Вестник МГТУ МИРЭА» (ISSN 2313-5026).

Учредитель и издатель:

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»
119454, РФ, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 78.

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и доктора наук, индексируется в РГБ, РИНЦ, elibrary, Соционет, Directory of Open Access Journals (DOAJ), Directory of Open Access Scholarly Resources (ROAD), Google Scholar, Open Archives Initiative, Ulrich's International Periodicals Directory.

Главный редактор:

Сигов Александр Сергеевич, академик РАН,
доктор физ.-мат. наук, профессор, президент ФГБОУ ВО
МИРЭА – Российский технологический университет
(РТУ МИРЭА), Москва, Россия.
Scopus Author ID 35557510600, ResearcherID L-4103-2017,
sigov@mirea.ru.

Редакция:

Зав. редакцией к.т.н. Г.Д. Середина
Научный редактор д.т.н., проф. Г.В. Куликов
Выпускающий редактор А.С. Алексеенко
Технический редактор Д.В. Кардановская
119571, г. Москва, пр-т Вернадского, 86, оф. Л-119.
Тел.: +7(495) 246-05-55 (#2-88).
E-mail: seredina@mirea.ru.

Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС 77-74578
от 14.12.2018 г. выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор).

Electronic network journal
Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal =
Russian Technological Journal
2021, Vol. 9, No. 4

Publication date July 30, 2021.

The peer-reviewed scientific and technical journal highlights the issues of complex development of radio engineering, telecommunication and information systems, electronics and informatics, as well as the results of fundamental and applied interdisciplinary researches, technological and economical developments aimed at the development and improvement of the modern technological base.

Periodicity: bimonthly.

The journal was founded in December 2013. The name was
«Herald of MSTU MIREA» until 2016 (ISSN 2313-5026).

Founder and Publisher:

Federal State Budget
Educational Institution
of Higher Education

«MIREA – Russian Technological University»
78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia.

The journal is included into the List of peer-reviewed science press of the State Commission for Academic Degrees and Titles of Russian Federation.

The Journal is included in RSL (Russian State Library), Russian citation index, elibrary, Socionet, Directory of Open Access Journals (DOAJ), Directory of Open Access Scholarly Resources (ROAD), Google Scholar, Open Archives Initiative, Ulrich's International Periodicals Directory.

Editor-in-Chief:

Alexander S. Sigov, Academician at the Russian Academy
of Sciences, Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor,
President of MIREA – Russian Technological University
(RTU MIREA), Moscow, Russia.
Scopus Author ID 35557510600, ResearcherID L-4103-2017,
sigov@mirea.ru.

Editorial staff:

Managing Editor Cand. Sci. (Eng.) Galina D. Seredina
Scientific Editor Dr. Sci. (Eng.), Prof. Gennadiy V. Kulikov
Executive Editor Anna S. Alekseenko
Technical Editor Darya V. Kardanovskaya
86, Vernadskogo pr., Moscow, 119571 Russia.
Phone: +7(495) 246-05-55 (#2-88).
E-mail: seredina@mirea.ru.

Registration Certificate Эл № ФС 77-74578,
issued in December 14, 2018 by the Federal Service for
Supervision of Communications, Information Technology, and
Mass Media of Russia.

Редакционная коллегия

Кудж Станислав Алексеевич	профессор, д.т.н., ректор РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 56521711400, ResearcherID AAG-1319-2019, https://orcid.org/0000-0003-1407-2788 , rector@mirea.ru
Банис Юрас Йонович	профессор, хабилитированный доктор наук, проректор Вильнюсского университета, Вильнюс, Литва, Scopus Author ID 7003687871, juras.banys@ff.vu.lt
Боков Алексей Алексеевич	старший научный сотрудник, химический факультет и 4D LABS, Университет Саймона Фрейзера, Ванкувер, Британская Колумбия, Канада, Scopus Author ID 35564490800, ResearcherID C-6924-2008, http://orcid.org/0000-0003-1126-3378 , abokov@sfu.ca
Буслаева Татьяна Максимовна	профессор, д.х.н., РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 6602442002, buslaeva@mirea.ru
Буш Александр Андреевич	профессор, д.т.н., директор Института материалов твердотельной электроники РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 7201882802, ResearcherID R-2287-2016, http://orcid.org/0000-0003-3990-9847 , bush@mirea.ru
Вахрушев Сергей Борисович	профессор, д.ф.-м.н., заведующий лабораторией нейтронных исследований Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (РАН), профессор кафедры Физической электроники СПбГПУ, Санкт-Петербург, Россия, Scopus Author ID 7004228594, ResearcherID A-9855-2011, http://orcid.org/0000-0003-4867-1404 , s.vakhrushev@mail.ioffe.ru
Голованова Наталья Борисовна	профессор, д.э.н., заместитель первого проректора РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 57191447039, golovanova@mirea.ru
Гуляев Юрий Васильевич	академик РАН, член Президиума РАН, профессор, д.ф.-м.н., научный руководитель Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва, Россия, Scopus Author ID 35562581800, gulyaev@cplire.ru
Жуков Дмитрий Олегович	профессор, д.т.н., заведующий кафедрой интеллектуальных технологий и систем РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 57189660218, zhukov_do@mirea.ru
Кимель Алексей Вольдемарович	профессор, к.ф.-м.н., Университет Радбауд, г. Наймерген, Нидерланды, Scopus Author ID 6602091848, ResearcherID D-5112-2012, a.kimel@science.ru.nl
Кондратенко Владимир Степанович	профессор, д.т.н., заведующий кафедрой оптических и биотехнических систем и технологий РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 15834985700, kondratenko@mirea.ru
Крамаров Сергей Олегович	профессор, д.ф.-м.н., Сургутский государственный университет, Сургут, Россия, Scopus Author ID 56638328000, ResearcherID E-9333-2016, https://orcid.org/0000-0003-3743-6513 , mavoo@yandex.ru
Мишина Елена Дмитриевна	профессор, д.ф.-м.н., зав. специализированной учебно-научной лабораторией фемтосекундной оптики для нанотехнологий РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 7005350309, ResearcherID D-6402-2014, http://orcid.org/0000-0003-0387-5016 , mishina@mirea.ru
Пасечник Сергей Вениаминович	профессор, д.ф.-м.н., профессор кафедры оптических и биотехнических систем и технологий РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 6701559250, ResearcherID P-7239-2015, http://orcid.org/0000-0002-6050-2761 , pasechnik@mirea.ru
Перно Филипп	профессор, Центральная Школа г. Лилль, Франция, Scopus Author ID 7003429648, philippe.pernod@ec-lille.fr
Романов Михаил Петрович	профессор, д.т.н., директор Института кибернетики РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 14046079000, https://orcid.org/0000-0003-3353-9945 , m_romanov@mirea.ru
Савиных Виктор Петрович	член-корр. РАН, Дважды Герой Советского Союза, д.т.н., профессор, президент Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК), Москва, Россия, Scopus Author ID 56412838700, vp@miigaik.ru
Соколов Виктор Васильевич	профессор, д.ф.-м.н., советник по научной работе РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 56951446700, v_sokolov@mirea.ru
Тимошенко Андрей Всеволодович	профессор, д.т.н., проректор по учебной работе РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 56576076700, ResearcherID Y-8709-2018, timoshenko@mirea.ru
Фетисов Юрий Константинович	профессор, д.ф.-м.н., профессор кафедры нанoeлектроники РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 7003504213, fetisov@mirea.ru
Харин Юрий Семенович	член-корр. НАН Беларуси, профессор, д.ф.-м.н., директор НИИ прикладных проблем математики и информатики Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь, Scopus Author ID 6603832008, http://orcid.org/0000-0003-4226-2546 , kharin@bsu.by
Цветков Виктор Яковлевич	профессор, д.т.н., советник ректората РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 56069916700, tsvetkov@mirea.ru

Editorial Board

Stanislav A. Kudzh	Dr. Sci. (Eng.), Professor, Rector of RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 56521711400, ResearcherID AAG-1319-2019, https://orcid.org/0000-0003-1407-2788 , rector@mirea.ru
Juras Banys	Habilitation Doctor of Sciences, Professor, Vice-Rector of Vilnius University, Vilnius, Lithuania, Scopus Author ID 7003687871, juras.banys@ff.vu.lt
Alexei A. Bokov	Senior Research Fellow, Department of Chemistry and 4D LABS, Simon Fraser University, Vancouver, British Columbia, Canada, Scopus Author ID 35564490800, ResearcherID C-6924-2008, http://orcid.org/0000-0003-1126-3378 , abokov@sfu.ca
Tatyana M. Buslaeva	Dr. Sci. (Chem.), Professor, RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 6602442002, buslaeva@mirea.ru
Alexander A. Bush	Dr. Sci. (Eng.), Professor, Director of the Institute of Materials of Solid State Electronics, RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 7201882802, ResearcherID R-2287-2016, http://orcid.org/0000-0003-3990-9847 , bush@mirea.ru
Sergey B. Vakhrushev	Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor, Head of the Laboratory of Neutron Research, A.F. Ioffe Physico-Technical Institute of the Russian Academy of Sciences (RAS), Department of Physical Electronics of St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia, Scopus Author ID 7004228594, ResearcherID A-9855-2011, http://orcid.org/0000-0003-4867-1404 , s.vakhrushev@mail.ioffe.ru
Nataliya B. Golovanova	Dr. Sci. (Econ.), Professor, Deputy First Vice-Rector of RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 57191447039, golovanova@mirea.ru
Yury V. Gulyaev	Academician at the RAS, Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor, Supervisor of V.A. Kotelnikov Institute of Radio Engineering and Electronics of the RAS, Moscow, Russia, Scopus Author ID 35562581800, gulyaev@cplire.ru
Dmitry O. Zhukov	Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Intelligent Technologies and Systems, RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 57189660218, zhukov_do@mirea.ru
Alexey V. Kimel	PhD (Phys.–Math.), Professor, Radboud University, Nijmegen, Netherlands, Scopus Author ID 6602091848, ResearcherID D-5112-2012, a.kimel@science.ru.nl
Vladimir S. Kondratenko	Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Optical and Biotechnical Systems and Technologies, RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 15834985700, kondratenko@mirea.ru
Sergey O. Kramarov	Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor, Surgut State University, Surgut, Russia, Scopus Author ID 56638328000, ResearcherID E-9333-2016, https://orcid.org/0000-0003-3743-6513 , mavoo@yandex.ru
Elena D. Mishina	Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor, Head of the Specialized Educational and Research Laboratory of Femtosecond Optics for Nanotechnologies, RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 7005350309, ResearcherID D-6402-2014, http://orcid.org/0000-0003-0387-5016 , mishina@mirea.ru
Sergey V. Pasechnik	Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor of the Department of Optical and Biotechnical Systems and Technologies, RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 6701559250, ResearcherID P-7239-2015, http://orcid.org/0000-0002-6050-2761 , pasechnik@mirea.ru
Philippe Pernod	Professor, Dean of Research, University of Lille, Villeneuve-d'Ascq, France, Scopus Author ID 7003429648, philippe.pernod@ec-lille.fr
Mikhail P. Romanov	Dr. Sci. (Eng.), Professor, Director of the Institute of Cybernetics, RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 14046079000, https://orcid.org/0000-0003-3353-9945 , m_romanov@mirea.ru
Viktor P. Savinykh	Corresponding Member of the RAS, Dr. Sci. (Eng.), Professor, President of Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia, Scopus Author ID 56412838700, vp@miigaik.ru
Viktor V. Sokolov	Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor, Adviser on Scientific Work of RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 56951446700, v_sokolov@mirea.ru
Andrey V. Timoshenko	Dr. Sci. (Eng.), Professor, Vice Rector for Academic Affairs of RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 56576076700, ResearcherID Y-8709-2018, timoshenko@mirea.ru
Yury K. Fetisov	Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor of the Department of Nanoelectronics, RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 7003504213, fetisov@mirea.ru
Yury S. Kharin	Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor, Director of the Institute of Applied Problems of Mathematics and Informatics of the Belarusian State University, Minsk, Belarus, Scopus Author ID 6603832008, http://orcid.org/0000-0003-4226-2546 , kharin@bsu.by
Viktor Ya. Tsvetkov	Dr. Sci. (Eng.), Professor, Councilor of the Administration of RTU MIREA, Moscow, Russia, Scopus Author ID 56069916700, tsvetkov@mirea.ru

Содержание

Юбилейный выпуск

- 7** *Васильев А.Г.*
Институту радиотехнических и телекоммуникационных систем
РТУ МИРЭА – 50 лет

Современные радиотехнические и телекоммуникационные системы

- 9** *Бабенко В.П., Битюков В.К.*
Энергетические и шумовые характеристики повышающе-понижающего преобразователя SEPIC с монополярным и биполярным выходом
- 20** *Бойков К.А., Куликов Г.В., Костин М.С.*
Радиосенсорная диагностика целостности сигналов внутрисхемной и периферийной архитектуры микропроцессорных устройств
- 28** *Воруничев Д.С., Воруничева К.Ю.*
Текущие возможности технологии прототипирования многослойных печатных плат на 3D-принтере
- 38** *Заикин Б.А., Котов А.Ф.*
Оценка эффективности алгоритмов фильтрации вектора состояния малоразмерного объекта наблюдения при аппроксимации траектории его перемещения немарковским процессом
- 49** *Иванов Д.А., Нефедов В.И.*
Двухволновые WDM-мультиплексоры на основе комбинированных волоконных структур
- 56** *Исаков В.Н., Ланкина В.С.*
Моделирование электромагнитного поля излучающей апертуры
- 68** *Коваленко А.Н., Ярлыков А.Д.*
Аналитические выражения для электродинамических параметров экранированной микрополосковой линии
- 77** *Парамонов А.А., Хоанг Ван Зунг*
Совместное использование частотно-временного разнесения и помехоустойчивого кодирования в системах радиосвязи с ППРЧ
- 85** *Подольская Е.С.*
Пространственные взаимосвязи сети автодорог и покрытия сотовой связью на основе открытых геоданных: обзор и опыт использования на примере Иркутской области
- 98** *Увайсов С.У., Черноверская В.В., Дао Ань Куан, Нгуен Ван Туан*
Алгоритм Кохонена в задачах классификации конструктивных дефектов печатных узлов

Contents

Anniversary issue

Andrey G. Vasiliev

- 7** 50th Anniversary of the Institute of Radio Engineering and Telecommunications Systems of RTU MIREA

Modern radio engineering and telecommunication systems

Valery P. Babenko, Vladimir K. Bityukov

- 9** Energy and noise characteristics of a SEPIC buck-boost converter with unipolar and bipolar output

Konstantin A. Boikov, Mikhail S. Kostin, Gennady V. Kulikov

- 20** Radiosensory diagnostics of signal integrity in-circuit and peripheral architecture of microprocessor devices

Dmitry S. Vorunichev, Kristina Yu. Vorunicheva

- 28** Current capabilities of prototyping technologies for multilayer printed circuit boards on a 3D printer

Boris A. Zaikin, Alexander F. Kotov

- 38** An estimation of efficiency of filtering algorithms of state vector of small-sized observed object with non-Markovian approximation of trajectory

Dmitry A. Ivanov, Victor I. Nefedov

- 49** Two-wavelength WDM multiplexers based on combined fiber structures

Vladimir N. Isakov, Viktoriia S. Lankina

- 56** Modeling of the electromagnetic field of radiating aperture

Alexander N. Kovalenko, Alexey D. Yarlykov

- 68** Analytical expressions for electrodynamic parameters of the shielded microstrip line

Aleksei A. Paramonov, Hoang Van Zung

- 77** Joint use of frequency-time division and antinoise coding in radio communication systems with FHSS

Ekaterina S. Podolskaia

- 85** Spatial relationships of road network and cellular coverage based on the Open Geodata: review and user case of Irkutsk Region

Saygid U. Uvaysov, Viktoriya V. Chernoverskaya, Dao An Kuan, Nguyen Van Tuan

- 98** Kohonen's algorithm in problems of classification of defects in printed circuit assemblies