



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**

- 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 высокотехнологичных предприятий и производств
- Мировоззренческие основы технологии и общества

- 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  
2020, том 8, № 4**

**Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal =  
Russian Technological Journal  
2020, vol. 8, No. 4**

<https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-4>

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



**Российский технологический журнал =  
Russian Technological Journal  
2020, том 8, № 4**

Дата опубликования 31 июля 2020 г.

**Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal =  
Russian Technological Journal  
2020, vol. 8, No. 4  
Publication date July, 31 2020.**

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.

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.

Периодичность: 6 раз в год.  
Журнал основан в декабре 2013 года. До 2016 года издавался под названием «Вестник МГТУ МИРЭА» (ISSN 2313-5026).

Six issues a year are published.  
The journal was founded in December 2013. The name was «Herald of MSTU MIREA» until 2016 (ISSN 2313-5026).

**Учредитель и издатель:**

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«МИРЭА – Российский технологический университет»  
119454, РФ, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 78.

**Founder and Publisher:**

Federal State Budget  
Educational Institution  
of Higher Education  
«MIREA – Russian Technological University»  
78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454, Russia.

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК РФ, индексируется в  
DOAJ,  
РИНЦ (Science Index),  
Ulrich's International Periodicals Directory.

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 indexed:  
DOAJ, Science Index,  
Ulrich's International Periodicals Directory.

**Главный редактор:**

**Сигов Александр Сергеевич** — академик РАН, доктор физ.-мат. наук, профессор, президент МИРЭА – Российского технологического университета (РТУ МИРЭА), Москва, Российская Федерация. Scopus Author ID 35557510600, ResearcherID L-4103-2017, sigov@mirea.ru.

**Editor-in-Chief:**

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

**Редакция:**

Зав. редакцией Г.Д. Середина  
Компьютерная верстка Л.Г. Семерня  
119571, г. Москва, пр. Вернадского, 86, оф. Л-119.  
Тел.: +7(495) 246-05-55 (#2-88).  
E-mail: seredina@mirea.ru.

**Editorial staff:**

Chief of the editorial staff Galina D. Seredina  
Desktop publishing Larisa G. Semernya  
86, Vernadskogo pr., Moscow, 119571 Russia.  
Phone: +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).

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

<b>Кудж Станислав Алексеевич</b>	проф., д.т.н., ректор РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 56521711400, rector@mirea.ru.
<b>Банис Юрас Йонович</b>	проф., хабилитированный доктор наук, проректор Вильнюсского университета, Вильнюс, Литва, Scopus Author ID 16515798800.
<b>Боков Алексей Алексеевич</b>	старший научный сотрудник, химический факультет и 4D LABS, Университет Саймона Фрейзера, Ванкувер, Британская Колумбия, Канада, Scopus Author ID 35564490800, ResearcherID C-6924-2008, <a href="http://orcid.org/0000-0003-1126-3378">http://orcid.org/0000-0003-1126-3378</a> .
<b>Буслаева Татьяна Максимовна</b>	проф., д.х.н., РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 6602442002, buslaeva@mirea.ru.
<b>Буш Александр Андреевич</b>	проф., д.т.н., директор Института материалов твердотельной электроники РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 7201882802, ResearcherID R-2287-2016, <a href="http://orcid.org/0000-0003-3990-9847">http://orcid.org/0000-0003-3990-9847</a> , bush@mirea.ru.
<b>Вахрушев Сергей Борисович</b>	проф., д.ф.-м.н., заведующий лабораторией нейтронных исследований Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН, профессор кафедры Физической электроники СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия, Scopus Author ID 7004228594, ResearcherID A-9855-2011, <a href="http://orcid.org/0000-0003-4867-1404">http://orcid.org/0000-0003-4867-1404</a> , s.vakhrushev@mail.ioffe.ru.
<b>Голованова Наталья Борисовна</b>	проф., д.э.н., заместитель первого проректора РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 57191447039, golovanova@mirea.ru.
<b>Гуляев Юрий Васильевич</b>	академик РАН, член Президиума РАН, проф., д.ф.-м.н., научный руководитель Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва, Россия, Scopus Author ID 35562581800.
<b>Жуков Дмитрий Олегович</b>	проф., д.т.н., заведующий кафедрой интеллектуальных технологий и систем РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 57189660218, zhukov_do@mirea.ru.
<b>Кимель Алексей Вольдемарович</b>	доцент, к.ф.-м.н., Университет Радбауд, г. Наймеген, Нидерланды, Scopus Author ID 6602091848.
<b>Кондратенко Владимир Степанович</b>	проф., д.т.н., заведующий кафедрой оптических и биотехнических систем и технологий РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 15834985700, kondratenko@mirea.ru.
<b>Крамаров Сергей Олегович</b>	проф., д.ф.-м.н., Южный университет (ИУБиП), Ростов-на-Дону, Россия, Scopus Author ID 56638328000.
<b>Мишина Елена Дмитриевна</b>	проф., 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, <a href="http://orcid.org/0000-0003-0387-5016">http://orcid.org/0000-0003-0387-5016</a> , mishina@mirea.ru.
<b>Пасечник Сергей Вениаминович</b>	проф., д.ф.-м.н., профессор кафедры оптических и биотехнических систем и технологий РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 6701559250, ResearcherID P-7239-2015, <a href="http://orcid.org/0000-0002-6050-2761">http://orcid.org/0000-0002-6050-2761</a> , pasechnik@mirea.ru.
<b>Перно Филипп</b>	проф., Центральная Школа г. Лилль, Франция, Scopus Author ID 7003429648.
<b>Романов Михаил Петрович</b>	проф., д.т.н., директор Института кибернетики РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 14046079000, m_romanov@mirea.ru.
<b>Савиных Виктор Петрович</b>	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.
<b>Скотт Джеймс</b>	проф., член Лондонского Королевского общества, Университет Кембриджа, Великобритания, Scopus Author ID 35549214200.
<b>Соколов Виктор Васильевич</b>	проф., д.ф.-м.н., советник по научной работе РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 56951446700, v_sokolov@mirea.ru.
<b>Тимошенко Андрей Всеволодович</b>	проф., д.т.н., проректор по учебной работе РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 56576076700, ResearcherID Y-8709-2018, timoshenko@mirea.ru.
<b>Фетисов Юрий Константинович</b>	проф., д.ф.-м.н., профессор кафедры нанoeлектроники РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 7003504213, fetisov@mirea.ru.
<b>Харин Юрий Семенович</b>	член-корр. НАН Беларуси, проф., д.ф.-м.н., директор НИИ прикладных проблем математики и информатики Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь, Scopus Author ID 6603832008, <a href="http://orcid.org/0000-0003-4226-2546">http://orcid.org/0000-0003-4226-2546</a> , kharin@bsu.by.
<b>Цветков Виктор Яковлевич</b>	проф., д.т.н., советник ректората РТУ МИРЭА, Москва, Россия, Scopus Author ID 56069916700, tsvetkov@mirea.ru.

## Editorial Board

<b>Stanislav A. Kudzh</b>	Dr. Sci. (Engineering), Professor, Rector of RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 56521711400, rector@mirea.ru.
<b>Yuras Banis</b>	Habilitated Doctor of Sciences, Professor, Vice-Rector of Vilnius University, Vilnius, Lithuania, Scopus Author ID 56521711400.
<b>Alexei A. Bokov</b>	Senior Research Fellow, Department of Chemistry and 4D LABS, Simon Fraser University, Vancouver, British Columbia, Canada, Scopus Author ID 35564490800, ResearcherID C-6924-2008, <a href="http://orcid.org/0000-0003-1126-3378">http://orcid.org/0000-0003-1126-3378</a> .
<b>Tatyana M. Buslaeva</b>	Dr. Sci. (Chemistry), Professor, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 6602442002, buslaeva@mirea.ru.
<b>Alexander A. Bush</b>	Dr. Sci. (Engineering), Professor, Director of the Institute of Materials of Solid State Electronics, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 7201882802, ResearcherID R-2287-2016, <a href="http://orcid.org/0000-0003-3990-9847">http://orcid.org/0000-0003-3990-9847</a> , bush@mirea.ru.
<b>Sergey B. Vakhrushev</b>	Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Head of the Laboratory of Neutron Research, A.F. Ioffe Physico-Technical Institute of the RAS, Department of Physical Electronics of St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation, Scopus Author ID 7004228594, ResearcherID A-9855-2011, <a href="http://orcid.org/0000-0003-4867-1404">http://orcid.org/0000-0003-4867-1404</a> , s.vakhrushev@mail.ioffe.ru.
<b>Nataliya B. Golovanova</b>	Dr. Sci. (Economics), Professor, Deputy First Vice-Rector of RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 57191447039, golovanova@mirea.ru.
<b>Yury V. Gulyaev</b>	Academician of the RAS, Dr. of Sci. (Phys.-Math.), Professor, Supervisor of V.A. Kotelnikov Institute of Radio Engineering and Electronics of the RAS, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 35562581800.
<b>Dmitry O. Zhukov</b>	Dr. Sci. (Engineering), Professor, Head of the Department of Intelligent Technologies and Systems, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 57189660218, zhukov_do@mirea.ru.
<b>Alexey V. Kimel</b>	Ph. D. (Phys.-Math.), Associate Professor, Radboud University, Nijmegen, Netherlands, Scopus Author ID 6602091848.
<b>Vladimir S. Kondratenko</b>	Dr. Sci. (Engineering), Professor, Head of the Department of Optical and Biotechnical Systems and Technologies, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 15834985700, kondratenko@mirea.ru.
<b>Sergey O. Kramarov</b>	Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Southern University (IMBL), Rostov-on-Don, Russian Federation, Scopus Author ID 56638328000.
<b>Elena D. Mishina</b>	Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Head of the Specialized Educational and Research Laboratory of Femtosecond Optics for Nanotechnologies, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 7005350309, ResearcherID D-6402-2014, <a href="http://orcid.org/0000-0003-0387-5016">http://orcid.org/0000-0003-0387-5016</a> , mishina@mirea.ru.
<b>Sergey V. Pasechnik</b>	Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor of the Department of Optical and Biotechnical Systems and Technologies, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 6701559250, ResearcherID P-7239-2015, <a href="http://orcid.org/0000-0002-6050-2761">http://orcid.org/0000-0002-6050-2761</a> , pasechnik@mirea.ru.
<b>Philippe Pernod</b>	Professor, Dean of Research, University of Lille, Villeneuve-d'Ascq, France, Scopus Author ID 7003429648.
<b>Mikhail P. Romanov</b>	Dr. Sci. (Engineering), Professor, Director of the Institute of Cybernetics, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 14046079000, m_romanov@mirea.ru.
<b>Viktor P. Savinykh</b>	Corr. Member of the RAS, Dr. Sci. (Engineering), Professor, President of Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 56412838700, vp@miigaik.ru.
<b>James F. Scott</b>	Professor, Fellow of the Royal Society of London, Cambridge University, United Kingdom, Scopus Author ID 35549214200.
<b>Viktor V. Sokolov</b>	Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Adviser on Scientific Work of RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 56951446700, v_sokolov@mirea.ru.
<b>Andrey V. Timoshenko</b>	Dr. Sci. (Engineering), Professor, Vice Rector for Academic Affairs of RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 56576076700, ResearcherID Y-8709-2018, timoshenko@mirea.ru.
<b>Yury K. Fetisov</b>	Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor of the Department of Nanoelectronics, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 7003504213, fetisov@mirea.ru.
<b>Yury S. Kharin</b>	Corr. 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, <a href="http://orcid.org/0000-0003-4226-2546">http://orcid.org/0000-0003-4226-2546</a> , kharin@bsu.by.
<b>Viktor Ya. Tsvetkov</b>	Dr. Sci. (Engineering), Professor, Councilor of the Administration of RTU MIREA, Moscow, Russian Federation, Scopus Author ID 56069916700, tsvetkov@mirea.ru.

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### *ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ. ИНФОРМАТИКА. ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ*

- Андрианова Е.Г., Головин С.А., Зыков С.В., Лесько С.А., Чукалина Е.Р.**  
Обзор современных моделей и методов анализа временных рядов  
динамики процессов в социальных, экономических  
и социотехнических системах 7
- Зуев А.С., Макущенко М.А., Иванов М.Е., Меркулов Е.С.**  
Технологии расширенной реальности – новый компонент промышленной  
инженерии и производственных систем 46

### *МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ*

- Бородина В.В., Крамаров С.О.**  
Влияние механических напряжений на доменную структуру монокристаллов  
многоосных сегнетоэлектриков (на примере титаната бария) 66

### *МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ*

- Алехин В.А.**  
Проектирование электронных систем с использованием SystemC  
и SystemC–AMS 79
- Карпов Д.А., Струченков В.И.**  
Динамическое программирование в прикладных задачах,  
допускающих сокращение перебора вариантов 96

### *МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ И ОБЩЕСТВА*

- Кудж С.А., Голованова Н.Б.**  
О совершенствовании механизмов подготовки научно-педагогических  
кадров и перспективы целевого обучения в интересах вузов 112
- Михайлов В.М.**  
Структуризация дисциплин «Инженерная экология» и «Безопасность  
жизнедеятельности» как средство повышения качества их усвоения 129
- Шишманова П.Д.**  
Сравнительный анализ основных характеристик человеческого капитала  
в Болгарии и России 141

## CONTENTS

---

### *INFORMATION SYSTEMS. COMPUTER SCIENCES. ISSUES OF INFORMATION SECURITY*

- Andrianova E.G., Golovin S.A., Zykov S.V., Lesko S.A., Chukalina E.R.**  
Review on modern models and methods for analysis of time series of dynamics of processes in social, economic and socio-technical systems 7
- Zuev A.S., Makushchenko M.A., Ivanov M.E., Merkulov Y.S.**  
Extended reality technology – a new component in industrial engineering and production systems 46

### *MICRO- AND NANOELECTRONICS. CONDENSED MATTER PHYSICS*

- Borodina V.V., Kramarov S.O.**  
Effect of mechanical stresses on the domain structure of barium titanate single crystals 66

### *MATHEMATIC MODELING*

- Alekhin V.A.**  
Designing electronic systems using SystemC and SystemC–AMS 79
- Karpov D.A., Struchenkov V.I.**  
Dynamic programming in applied tasks which allow to reduce the options selection 96

### *PHILOSOPHICAL FOUNDATIONS OF TECHNOLOGY AND SOCIETY*

- Kudzh S.A., Golovanova N.B.**  
On improving mechanisms for training teaching staff and prospects for targeted learning in favor of universities 112
- Mikhailov V.M.**  
Structuring of the disciplines “Engineering ecology” and “Life safety” as a means of improving the quality of their learning 129
- Shishmanova P.D.**  
A comparative analysis of the main characteristics of human capital in Bulgaria and Russia 141