

Международный научно-технический журнал,
отражающий вопросы радиоэлектроники
и смежных областей науки и техники

**Том 76, номер 11,
2022**

УСИТЕХИ ЖУРНАЛ СОВРЕМЕННОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

**Главный редактор
Александр Степанович
БУГАЕВ – академик РАН**

Редакционная коллегия

Заместители главного редактора:

**Зюзин Алексей Владимирович – д.т.н., проф.,
Ярославское высшее военное училище ПВО (г. Ярославль, Россия)**

**Меркулов Владимир Иванович – д.т.н., проф., зам. ген. конструктора,
АО «Концерн «ВЕГА» (Москва, Россия)**

**Пирогов Юрий Андреевич – д.ф.-м.н., проф., МГУ им. В.М. Ломоносова
(Москва, Россия)**

Басараб Михаил Алексеевич – д.ф.-м.н., проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана
(Москва, Россия)

Борзов Андрей Борисович – д.т.н., проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва, Россия)

Васильев Константин Константинович – д.т.н., проф., УлГУ (г. Ульяновск, Россия)

Верба Владимир Степанович – чл.-корр. РАН, ген. конструктор – первый зам. ген. директора,
АО «Концерн «ВЕГА» (Москва, Россия)

Гуляев Юрий Васильевич – академик РАН, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН (Москва, Россия)

Деклерке Нико – проф. (США-Франция)

Дмитриев Александр Сергеевич – д.ф.-м.н., проф., ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
(Москва, Россия)

Есиков Олег Владимирович – д.т.н., проф., АО «ЦКБА» (г. Тула, Россия)

Коренной Александр Владимирович – д.т.н., проф., ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

Лавров Алексей Алексеевич – д.т.н., проф., ООО «БГ-Оптика» (Москва, Россия)

Николаев Александр Иванович – д.т.н., проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана
(Москва, Россия)

Перунов Юрий Митрофанович – д.т.н., проф., Институт динамики геосфер РАН (Москва, Россия)

Петров Александр Сергеевич – д.т.н., проф., АО «НПО Лавочкина» (Москва, Россия)

Потапов Александр Алексеевич – д.ф.-м.н., проф., ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
(Москва, Россия)

Приоров Андрей Леонидович – д.т.н., проф., ЯрГУ им. П.Г. Демидова
(г. Ярославль, Россия)

Раевский Алексей Сергеевич – д.ф.-м.н., проф., НГТУ им. Р.Е. Алексеева (г. Н. Новгород, Россия)

Романов Алексей Александрович – д.т.н., проф., МФТИ (Москва, Россия)

Сучков Виктор Борисович – д.т.н., проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва, Россия)

Татарский Борис Григорьевич – д.т.н., проф., АО «Концерн «ВЕГА» (Москва, Россия)

Терехин Олег Васильевич – к.т.н., доц., МАИ (НИУ) (Москва, Россия)

Чапурский Валерий Викторович – д.т.н., проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва, Россия)

Черемисин Олег Павлович – д.т.н., МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва, Россия)

Черепенин Владимир Алексеевич – академик РАН, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
(Москва, Россия)

Чесноков Михаил Николаевич – д.т.н., проф., ООО «СТЦ» (Санкт-Петербург, Россия)

Шавров Владимир Григорьевич – д.ф.-м.н., проф., ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
(Москва, Россия)

Шелухин Олег Иванович – д.т.н., проф., МТУСИ (Москва, Россия)

Содержание

| | |
|--|----|
| Двухчастотная совмещенная фазированная антенная решетка, работающая в L- и S-диапазонах <i>Манаенков Е.В., Гусев А.Л., Терехин С.Н., Журавлев С.А., Терехин О.В.</i> | 5 |
| Воздействие электромагнитных сверхширокополосных колебаний на водные растворы сульфатов <i>Калашников В.Г., Морозова Л.А., Савельев С.В.</i> | 17 |
| Форсайт как методология концептуального предисследовательского прогнозирования и оценки направлений (вариантов) развития технически сложных системных объектов <i>Анцев Г.В., Гаенко В.П., Сарычев В.А.</i> | 25 |
| Дуализм аппаратных угроз функциональной надежности управляющих вычислительных систем <i>Скачков С.А., Андреева О.Н., Клюев А.В., Ковалев А.А., Мусихин А.Г., Лозовский В.В.</i> | 40 |
| Модели обеспечения информационной безопасности многопроцессорных вычислительных систем реального времени <i>Волосенков В.О., Платонова О.В., Железняк Л.М., Казанцева Л.В.</i> | 52 |
| Применение неравенства Крамера–Рао в задаче оценки потенциальной точности системы навигации по геомагнитному полю с использованием измерителей компонент и модуля вектора поля <i>Борзов А.Б., Сидоркина Ю.А., Микаэльян С.В., Колесников А.В., Власенко Д.А.</i> | 61 |

Achievements of Modern Radioelectronics / Uspekhi sovremennoj radioelektroniki

**Vol. 76, No. 11,
2022**

Scientific and technical journal about modern problems
of radioelectronics and neighboring areas of science and engineering

**Editor-in-Chief
Academician of RAS
Alexander S. Bugaev**

EDITORIAL BOARD

Deputy of Editor-in-Chief

**Merkulov Vladimir Ivanovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Deputy General Designer,
JSC «Concern «Vega» (Moscow, Russia)**

**Pirogov Yuriy Andreevich – Dr. Sc. (Phy.-Math.), Prof., Lomonosov Moscow State
University (Moscow, Russia)**

**Zyzin Alexey Vladimirovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof.,
Yaroslavl Higher Military School of Air Defense (Yaroslavl, Russia)**

Basarab Mikhail Alekseyevich – Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof., Bauman Moscow State Technical
University (Moscow, Russia)

Borzov Andrey Borisovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Bauman Moscow State Technical University
(Moscow, Russia)

Chapursky Valery Viktorovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Bauman Moscow State Technical University
(Moscow, Russia)

Cheremisin Oleg Pavlovich – Dr. Sc. (Eng.), Bauman Moscow State Technical University
(Moscow, Russia)

Cherepenin Vladimir Alekseyevich – academician of RAS, IRE n.a. V.A. Kotelnikov RAS
(Moscow, Russia)

Chesnokov Mikhail Nikolaevich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., LTD «STC» (St. Petersburg, Russia)

Declerck Nicko – Prof. (USA-France)

Dmitriyev Alexander Sergeevich – Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof., IRE n.a. V.A. Kotelnikov RAS
(Moscow, Russia)

Esikov Oleg Vladimirovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., JSC «CDBA» (Tula, Russia)

Gulyaev Yury Vasilyevich – Academician of RAS, IRE n.a. V.A. Kotelnikov RAS (Moscow, Russia)

Korennoy Alexander Vladimirovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Air Force Military Training and
Research Center «Military and Air Academy n.a. prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»
(Voronezh, Russia)

Lavrov Alexey Alexeyevich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., LTD «BG-Optics» (Moscow, Russia)

Nikolaev Alexander Ivanovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Bauman Moscow State Technical University
(Moscow, Russia)

Perunov Yury Mitrofanovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Institute of Dynamics of Geospheres RAS
(Moscow, Russia)

Petrov Alexander Sergeevich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., JSC «NPO Lavochkina» (Moscow, Russia)

Potapov Alexander Alekseyevich – Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof., IRE n.a. V.A. Kotelnikov RAS
(Moscow, Russia)

Priorov Andrey Leonidovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Yaroslavl State University
(Yaroslavl, Russia)

Rayevsky Alexey Sergeevich – Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof., NNSTU n.a. R.E. Alekseev
(N. Novgorod, Russia)

Romanov Alexey Alexandrovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Moscow Institute of Physics
and Technology (Moscow, Russia)

Shavrov Vladimir Grigoryevich – Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof., IRE n.a. V.A. Kotelnikov RAS
(Moscow, Russia)

Shelukhin Oleg Ivanovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., MTUCI (Moscow, Russia)

Suchkov Viktor Borisovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Bauman Moscow State Technical University
(Moscow, Russia)

Tatarskiy Boris Grigor'evich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., JSC «Concern «Vega» (Moscow, Russia)

Terekhin Oleg Vasilevich – Ph. D. (Eng.), Assoc. Prof., Moscow Aviation Institute (National
Research University) (Moscow, Russia)

Vasilyev Konstantin Konstantinovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., UISU (Ulyanovsk, Russia)

Verba Vladimir Stepanovich – Corresponding Member of RAS, General Designer, First Deputy
General Director, JSC «Concern «Vega» (Moscow, Russia)

Contents

| | |
|---|-----------|
| Dual-frequency combined phased array antenna operating in L- and S-bands <i>Manaenkov E.V., Gusev A.L., Terekhin S.N., Zhuravlev S.A., Terekhin O.V.</i> | 16 |
| Impact of electromagnetic ultra-broadband oscillations on aqueous solutions of sulfates <i>Kalashnikov V.G., Morozova L.A., Savel'ev S.V.</i> | 23 |
| Foresight as a methodology of conceptual analysis pre-research forecasting and evaluation of development directions (options) technically complex system objects <i>Antsev G.V., Gaenko V.P., Sarychev V.A.</i> | 38 |
| Dualism of hardware threats functional reliability of control computing systems <i>Skachkov S.A., Andreeva O.N., Klyuev A.V., Kovalev A.A., Musihin A.G., Lozovskiy V.V.</i> | 51 |
| Information security models of real-time multiprocessor computing systems <i>Volosenkov V.O., Platonova O.V., Zheleznyak L.M., Kazantseva L.V.</i> | 60 |
| Application of the of the Cramer–Rao Lower Bound in the problem of estimating the potential accuracy of a magnetic-field navigation system using component and the field vector module sensors <i>Borzov A.B., Sidorkina Yu.A., Mikaelyan S.V., Kolesnikov A.V., Vlasenko D.A.</i> | 71 |



Журнал включен в перечень ВАК
Все статьи, представленные в данном выпуске журнала, соответствуют номенклатуре специальностей научных работников
(Приказ Минобрнауки РФ от 23.10.2017 № 1027).

Учредитель ООО Издательство Радиотехника. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-76520.
Подписано в печать 31.10.2022. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.
Печ.л. 9. Тираж 600 экз. Изд. № 23.
ООО «Издательство «Радиотехника»: 107031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 20/6. Тел./факс: +7(495)625-92-41.
107031, Russian Federation, Moscow, Kuznetsky Most, 20/6, tel./fax +7(495)625-92-41.
[Http://www.radiotec.ru](http://www.radiotec.ru)
E-mail: info@radiotec.ru

Дизайн и допечатная подготовка ООО «САЙНС-ПРЕСС».
Отпечатано с предоставленных готовых файлов в типографии ООО «Паблит».
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1. Тел.: (495) 230-20-52.
Заказ №

ISSN 2070-0784

© ООО «Издательство «Радиотехника», 2022 г.

**Незаконное тиражирование и перевод печатного материала, включенного в журнал,
в электронном и любом другом виде запрещено и карается административной
и уголовной ответственностью по закону РФ «Об авторском праве и смежных правах»**