



РАДИОТЕХНИКА

т. 86, № 4, 2022

Включен в Перечень ВАК.

Входит в состав базы Russian Science Citation Index (RSCI)
на платформе Web of Science.

Международный научно-технический журнал, освещающий широкий круг проблем приоритетных направлений развития систем связи, локации, навигации, радиоэлектронных устройств

Главный редактор:

Юрий Васильевич

ГУЛЯЕВ — академик РАН,
Институт радиотехники
и электроники
имени В.А. Котельникова РАН
(Москва, Россия)

Заместители

главного редактора

Колесов Владимир Владимирович —
к.ф.-м.н.,

вед. научный сотрудник,
Институт радиотехники и электроники
имени В.А. Котельникова РАН
(Москва, Россия)

Коренной Александр Владимирович —
д.т.н., проф.,
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия
им. профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина»
(г. Воронеж, Россия)

Мещанов Валерий Петрович —
д.т.н., проф.,
заместитель генерального директора,
АО «Центральный научно-исследовательский
институт измерительной аппаратуры»
(г. Саратов, Россия)

Редакционная коллегия

Фёдоров Игорь Борисович — академик РАН,
МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва, Россия)

Верба Владимир Степанович — член-корр. РАН, генеральный конструктор-
первый заместитель генерального директора, АО «Концерн «Вега» (Москва, Россия)

Андреев Григорий Иванович — д.т.н., проф.,
АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга» (Москва, Россия)

Антипов Владимир Никитович — д.т.н., проф.,
заведующий кафедрой, МАИ «Стрела» (Москва, Россия)

Артёмов Михаил Леонидович — д.т.н.,
генеральный директор, АО «Концерн «Созвездие» (г. Воронеж, Россия)

Богословский Андрей Витальевич — д.т.н., проф.,
ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

Бузов Александр Львович — д.т.н., проф.,
генеральный директор АО «СИП РС» (г. Самара, Россия)

Букашкин Сергей Анатольевич — д.т.н., проф., Генеральный директор,
Российский государственный НПО «Автоматика» (Москва, Россия)

Верона Энрико — научный советник,
Институт фотоники и нанотехнологий (Рим, Италия)

Витязев Владимир Викторович — д.т.н., проф.,
заведующий кафедрой, РГРТУ (г. Рязань, Россия)

Воловач Владимир Иванович — д.т.н., доцент,
Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти, Россия)

Засовин Эдуард Анатольевич — д.т.н., проф.,
Московский технологический университет (МИРЭА) (Москва, Россия)

Иванов Александр Владимирович — д.т.н., проф., доцент,
Тамбовское ВВАИУРЭ (г. Тамбов, Россия)

Козирацкий Юрий Леонтьевич — д.т.н., проф.,
ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

Козорезов Александр Георгиевич — д.ф.-м.н., проф.,
ст. науч. сотрудник физического факультета, Ланкастерский университет (Англия)

Меркулов Владимир Иванович — д.т.н., проф.,
заместитель генерального конструктора, АО «Концерн «Вега» (Москва, Россия)

Нечаев Евгений Евгеньевич — д.т.н., проф.,
МАИ (национальный исследовательский университет) (Москва, Россия)

Обуховец Виктор Александрович — д.т.н., проф., Советник ректората
по инженерному направлению, Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону, Россия)

Перов Александр Иванович — д.т.н., проф.,
Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Москва, Россия)

Плесский Виктор Петрович — д.ф.-м.н., проф.,
директор научной фирмы GVR Trade SA (Швейцария)

Приоров Андрей Леонидович — д.ф.-м.н., проф.,
Ярославский государственный университет (г. Ярославль, Россия)

Радзиевский Вячеслав Григорьевич — д.т.н., проф., гл. науч. сотрудник,
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж, Россия)

Сличенко Михаил Павлович — д.т.н.,
начальник сектора АО «Концерн «Созвездие» (г. Воронеж, Россия)

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

Толстов Евгений Федорович — д.т.н., проф., начальник отдела,
ЗАО «Аэрокон» (г. Жуковский, Россия)

Ушаков Виктор Николаевич — д.т.н., проф.,
заведующий кафедрой, СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (Санкт-Петербург, Россия)

Фарбер Владимир Ефимович — д.т.н., проф.,
ПАО «Радиофизика» (Москва, Россия)

Цимбал Владимир Анатольевич — д.т.н., проф. (г. Серпухов, Россия)

Ярлыков Михаил Семенович — д.т.н., проф. (Москва, Россия)

Содержание

РАДИОСИСТЕМЫ: РАДИОЛОКАЦИЯ И СВЯЗЬ

Обработка информации и управление

Уменьшение зависимости выходной мощности передающих радиоэлектронных устройств от температуры окружающей среды на примере СВЧ-конвертера

Барышев Д.В., Пустовалов А.И., Нестеренко А.В., Формальнов И.С., Крумляков С.О.

5

Способ задания параметров случайной вибрации в расчетных инженерных программах при оценке прочности и жесткости антенных устройств

Олейников О.Б., Дубовик И.Н.

12

Моделирование фазовых шумов гибридного синтезатора частот на основе петли ФАПЧ без деления частоты ГУН

Суханов А.А., Григорьев И.А.

22

Способ построения радиолокационных портретов объектов методом синтеза апертуры при помощи SFCW-радара

Охапкин Д.Г., Баданин П.А., Елизаров С.В.

32

Применение способа построения радиолокационных портретов объектов методом синтеза апертуры с использованием SFCW-радара для оценки влияния радиопоглощающего покрытия на радиолокационную заметность конусовидного объекта

Охапкин Д.Г., Елизаров С.В.

37

Аппаратура и испытания

Фазированные антенные решетки связанных многомодовых волноводов гексагонального сечения с секторными диаграммами направленности

Сидоров К.М., Скобелев С.П.

42

Сравнительные особенности фокусировки волн обобщенной линзой Микаэляна с положительным и отрицательным показателями преломления

Кушнерёв М.М., Скобелев С.П.

50

Взаимодействие корпуса мобильной антенны с гибким препятствием

Янукьян З.А.

59

К 90-летию со дня рождения Алексея Алексеевича Толкачева [1931–2011]

65

ПРОБЛЕМЫ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Экспериментальное исследование модема станции тропосферной связи с энергетически эффективным режимом работы

Луфферчик П.В., Луфферчик А.В., Штро П.В., Захаров П.Н., Валиуллин Д.Р., Милованов А.А.

67

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В РАДИОТЕХНИКЕ

Метод сближения объектов с применением временного разделения процессов наблюдения и управления

Васильев П.В., Галич Р.Г.

76

Автоматическая корректировка угла места по сигналам, отраженным от цели и местных предметов

Баштанник Н.А., Баштанник А.Н., Светличкина Т.Н.

84

АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ: ПЕРЕДАЧА, ПРИЕМ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Высокопроизводительный алгоритм оценки пропускной способности каналов связи, функционирующих на базе теории разрешающего времени

Лернер И.М., Файзулин Р.Р., Рябов И.В.

91

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

Распознавание класса объекта на основе анализа отражательных характеристик

Лиференко В.Д., Королев В.О., Алдохина В.Н.

110

Метод обработки радиолокационных сигналов с частотной манипуляцией при обнаружении людей в помещениях через стену

Гаврилов К.Ю., Козлов Р.Ю.

117

АНТЕННЫ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН И ТЕХНИКА СВЧ

Исследование пластинчатых диэлектрических резонаторов

Добромыслов В.С., Курушин А.А.

132

Комбинированная система слежения за GPS-сигналами на основе нелинейного фильтра Калмана

Кануж М.М., Клоков А.В.

149

Radioengineering / Radiotekhnika

Included in the Russian Science Citation Index

V. 86, № 4, 2022

«Radiotekhnika» (Radioengineering) is the leading scientific and technical journal in Russia. It covers wide spectrum of problems in priority areas of the development in communication, radar, navigation, and radioelectronics.

Editor-in-Chief:

Yury Vasil'evich GULYAEV

Academician of RAS,
Institute of Radio Engineering
and Electronics
named after V.A. Kotelnikov RAS
(Moscow, Russia)

Deputy Editor-in-Chief:

Kolesov Vladimir Vladimirovich

Ph.D. (Phys.-Math.),
Leading Research Scientist,
Institute of Radio Engineering
and Electronics
named after V.A. Kotelnikov RAS
(Moscow, Russia)

Korennoy Alexander Vladimirovich

Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
MESC AF «N.E. Zhukovsky and
Y.A. Gagarin Air Force Academy»
(Voronezh, Russia)

Meshchanov Valery Petrovich

Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
Deputy General Director,
JSC «Central Research Institute
of Measuring Equipment»
(Saratov, Russia)

EDITORIAL BOARD

Fyodorov Igor Borisovich – Academician of RAS,
Bauman Moscow State Technical University (Moscow, Russia)
Verba Vladimir Stepanovich – Corresponding Member of RAS,
General Design – First Deputy General Director, JSC «Concern «Vega» (Moscow, Russia)
Andreev Grigory Ivanovich – Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof.,
JSC «Central Radio-Research Institute named after academician A.I. Berg» (Moscow, Russia)
Antipov Vladimir Nikitovich – Dr. Sc. (Phys.-Math.), Prof.,
Head of the Department, «MAI «Strela» (Moscow, Russia)
Artemov Mikhail Leonidovich – Dr. Sc. (Eng.),
General Director, JSC «Concern «Sozvezdie» (Voronezh, Russia)
Bogoslovsky Andrey Vitalyevich – Dr. Sc. (Eng.), Prof.,
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh, Russia)
Bukashkin Sergey Anatolyevich – Dr.Sc. (Eng.), Prof., General Director,
Russian State Scientific and Production Association «Automatics» (Moscow, Russia)
Buzov Alexander Lvovich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
General Director, JSC «SIP RS» (Samara, Russia)
Farber Vladimir Efimovich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
PJSC «Radiofizika» (Moscow, Russia)
Ivanov Alexander Vldimirovich – Dr.Sc. (Eng.), Professor, Associate Professor,
Tambov Higher Military Engineering School of Radio Electronics (Tambov, Russia)
Zasovin Eduard Anatolyevich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
Moscow Technological University (MIREA) (Moscow, Russia)
Koziratsky Yuri Leontyevich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh, Russia)
Kozorezov Alexander Georgievich – Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. (Great Britain)
Merkulov Vladimir Ivanovich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
Deputy General Designer, JSC «Concern «Vega» (Moscow, Russia)
Nechaev Evgeny Evgenievich – Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof.,
MAI (National Research University) (Moscow, Russia)
Obukhovets Victor Aleksandrovich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
District Engineering Advisor, Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russia)
Perov Alexander Ivanovich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
National Research University «MPEI» (Moscow, Russia)
Plessky Victor Petrovich – Dr.Sc. (Phys.-Math.),
Director of the scientific firm GVR Trade SA (Switzerland)
Priorov Andrey Leonidovich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
Yaroslavl State University (Yaroslavl, Russia)
Radziyevsky Vyacheslav Grigoryevich – Dr.Sc. (Eng.), Prof., Chief Research Scientist,
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh, Russia)
Slichenko Mikhail Pavlovich – Dr. Sc. (Eng.),
Head of Department, JSC «Concern «Sozvezdie» (Voronezh, Russia)
Tatarsky Boris Grigorievich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
JSC «Concern «Vega» (Moscow, Russia)
Tolstov Evgeny Fedorovich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
Head of Department, JSC «Aerokon» (Zhukovskii, Russia)
Tsimbal Vladimir Anatolyevich – Dr.Sc. (Eng.), Prof. (Serpukhov, Russia)
Ushakov Viktor Nikolaevich – Dr.Sc. (Eng.), Prof., Head of the Department,
St. Petersburg State Technical University «LETI» (St. Petersburg, Russia)
Verona Enrico – scientific adviser,
Institute of Photonics and Nanotechnology (Rome, Italy)
Vityazev Vladimir Viktorovich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
Head of the Department, RGRTU (Ryazan, Russia)
Volovach Vladimir Ivanovich – Dr.Sc. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department,
Volga Region State University of Service (Togliatti, Russia)
Yarlykov Mikhail Semyonovich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.

Contents

RADIOSYSTEMS: RADIOLOCATION AND TELECOMMUNICATION

Information processing and control

- Reducing the dependence of the output power of electronic devices on temperature by the example of a microwave converter
Baryshev D.V., Pustovalov A.I., Nesterenko A.V., Formalnov I.S., Krumlyakov S.O. 11
- Features of setting random vibration parameters in design engineering programs when assessing the strength and stiffness of antenna devices
Oleynikov O.B., Dubovik I.N. 21
- Phase noise simulation of a hybrid frequency synthesizer based on a PLL LOOP without division of the VCO frequency
Sukhanov A.A., Grigoryev I.A. 31
- An example of obtaining radar portraits of objects using an aperture synthesis method with an SFCW radar
Okhapkin D.G., Badanin P.A., Elizarov S.V. 36
- Application of the method for obtaining radar portraits of objects by the aperture synthesis method using the SFCW radar to evaluate the effect of a radar absorbing coating on the radar significance of a cone-shaped object
Okhapkin D.G., Elizarov S.V. 41

Hardware and Testing

- Phased array antennas of coupled multimode waveguides of hexagonal cross-section with flat-topped radiation patterns
Sidorov K.M., Skobelev S.P. 49
- Comparative features of wave focusing by generalized Mikaelian lens with positive and negative refractive indexes
Kushneryov M.M., Skobelev S.P. 58
- Interaction of the antenna body with a flexible obstacle
Yanukyan Z.A. 64

PROBLEMS AND PRINCIPLES OF RADIO ENGINEERING SYSTEMS CONSTRUCTION

- Experimental study of the modem of a tropospheric communication station with an energetically efficient mode of operation
Luferchik P.V., Luferchik A.V., Shtro P.V., Zakharov P.N., Valiullin D.R., Milovanov A.A. 74

MATHEMATICAL METHODS IN RADIO ENGINEERING

- Method of appearance of objects using the time separation of the observation and control processes
Vasilyev P.V., Galich R.G. 83
- Automatic adjustment of the angle of the place on signals reflected from the target and local objects
Bashtannik N.A., Bashtannik A.N., Svetlichkina T.N. 89

OPERATING ALGORITHMS: SIGNAL TRANSMISSION, RECEPTION AND PROCESSING

- High performance algorithm for capacity estimation of communication channels functioning on the basis of resolution time theory
Lerner I.M., Fayzullin R.R., Ryabov I.V. 108

CONTROL METHODS AND ALGORITHMS IN RADIOELECTRONIC SYSTEMS

- Method of object class recognition based on the analysis of reflective characteristics
Liferenko V.D., Korolev V.O., Aldohina V.N. 116
- SFCW signal processing method when detecting people in radars sensing rooms through a wall
Gavrilov K.Yu., Kozlov R.Yu. 131

ANTENNAS, RADIO-WAVE PROPAGATION AND MICROWAVE ENGINEERING

- Research of plate dielectric resonators
Dobromyslov V.S. Kurushin A.A. 141
- Combined tracking system of GPS signals based on a nonlinear Kalman filter
Kanouj M.M., Klovov A.V. 154



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 № ФС77-76558.
 Подписано в печать 28.04.2022. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печ.л. 19,75. Тираж 1000 экз. Изд. № 4.
 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>; e-mail: info@radiotec.ru

Дизайн и допечатная подготовка ООО «САЙНС-ПРЕСС».
 Отпечатано с предоставленных готовых файлов в полиграфическом центре ФГУП Издательство «Известия».
 127254, Москва, ул. Добролюбова, д. 6. Телефон: (495) 650-38-80. izv-udprf.ru. Заказ №

ISSN 0033-8486

© 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»