

Выходит с 1937 г.

ISSN 0033-8486



РАДИОТЕХНИКА

Т. 86, № 8, 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

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)

Анисимкин Владимир Иванович — д.ф.-м.н., гл. науч. сотрудник, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН (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 «СМП РС» (г. Самара, Россия)

Букашкин Сергей Анатольевич — д.т.н., проф., Генеральный директор, Российское государственное 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)

Гаврилов Константин Юрьевич — д.т.н., проф., МАИ (национальный исследовательский университет) (Москва, 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)

Кузнецова Ирен Евгеньевна — д.ф.-м.н., гл. науч. сотрудник, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН (Москва, Россия)

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

Слукин Геннадий Петрович — д.т.н., МГТУ им. Н.Э. Баумана (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)

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., заместитель главного конструктора ПАО «Радиофизика» (Москва, Россия)

Цимбал Владимир Анатольевич — д.т.н., проф., филиал военной академии РВСН им. Петра Великого (г. Серпухов, Россия)

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

Содержание

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В РАДИОТЕХНИКЕ

Метод селекции малоразмерных движущихся воздушных объектов на фоне мощных пассивных помех Абраменков В.В., Васильченко О.В., Климов С.А., Свиридов М.А.	5
Алгоритм адаптации системы ввода предсказаний на основе нормализованного метода наименьших квадратов Кащенко И.Е., Павлов А.П., Бахмуцкая А.В.	21

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

Влияние многолучевого распространения простых навигационных сигналов на эффективность устранения многозначности фазовых измерений Лопардин П.А., Феоктистов Д.С., Гарифуллин В.Ф., Бондаренко В.Н., Зуевская А.И.	29
Диэлектрические характеристики образцов почв Арктики и юга Западной Сибири Варнаков С.А., Суслов К.Н., Яценко А.С., Кривальцевич С.В.	37
Оценка направленных характеристик приповерхностного вертикального четвертьволнового монополя в ДКМВ-диапазоне на разных этапах испарения почвенной влаги Яценко А.С., Немчанов К.В.	45

АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ: ПЕРЕДАЧА, ПРИЕМ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Учет влияния фазочастотного спектра при анализе сигналов Богословский А.В., Афанасьев Е.Н., Жигулина И.В.	51
Повышение энергетической и структурной скрытности радиолокационных сигналов за счет применения поляризационно-модулированных помех Набилкин В.С.	60
Обнаружение сверхширокополосного квазирадiorисигнала в условиях воздействия дискретно-заградительной помехи Корчагин Ю.Э., Титов К.Д., Головацкая Е.Э.	70

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Методика расчета вероятностей битовых ошибок приема радиосигналов с QPSK-модуляцией при нескольких гармонических помехах Звонарев В.В., Попов А.С., Питрин А.В.	84
---	----

ЦИФРОВЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

Методики комплексной обработки информации радиолокационной станцией и станцией воздушной разведки на борту авиационного комплекса Горбай А.Р., Расолько Н.М.	96
--	----

АНТЕННЫ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН И ТЕХНИКА СВЧ

Экранированная дипольная антенна для задач радиолокационного каротажа Сахтеров В.И., Прокопович И.В., Попов А.В.	103
Повышение эффективности аperiодических антенн путем замещения оконечных нагрузок приземными антенными элементами и введения в конструкцию фазовых корректоров Костычев Ю.А., Кривальцевич С.В., Майненгер К.А., Боков А.В.	113

РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Энергетически эффективный OFDM-режим с возможностью адаптации к условиям распространения в каналах с многолучевостью Луферчик П.В., Комаров А.А., Конев А.Н., Галеев Р.Г., Богатырев Е.В.	122
---	-----

ОПТОЭЛЕКТРОНИКА, АКУСТОЭЛЕКТРОНИКА И ФОТОНИКА

Радиофотоника в перспективных радиолокационных системах Голов Н.А., Савченко В.П., Усачев В.А.	132
--	-----

СИНТЕЗ И АНАЛИЗ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УСТРОЙСТВ

Критерии и оценка качества согласования нагрузок в полосе пропускания полиномиального LC-фильтра Смирнов В.П.	156
---	-----

Established in 1937

ISSN 0033-8486

Radioengineering / Radiotekhnika

V. 86, № 8, 2022

Included in the Russian Science Citation Index

«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

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)

Anisimkin Vladimir Ivanovich – Dr.Sc. (Phys.-Math.), Principal Research Scientist,
Kotel'nikov Institute of Radio Engineering and Electronics of RAS (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)

Gavrilov Konstantin Yurievich – Dr.Sc. (Eng.), Prof.,
MAI (National Research University) (Moscow, 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)

Kuznetsova Iren Evgenievna – Dr.Sc. (Phys.-Math.), Principal Research Scientist,
Kotel'nikov Institute of Radio Engineering and Electronics of RAS (Moscow, Russia)

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

Slukin Gennady Petrovich – Dr.Sc. (Eng.),
Bauman Moscow State Technical University (Moscow, Russia)

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

Contents

MATHEMATICAL METHODS IN RADIO ENGINEERING

- Substantiation of the method of selection small-sized of moving aerial objects against the background of powerful passive interference
Abramenkov V.V., Vasilchenko O.V., Klimov S.A., Sviridov M.A. 20
- The algorithm of adaptation of the input system of predistortion based on the normalized least squares method
Kashchenko I.E., Pavlov A.P., Bakhmutskaya A.V. 27

RESEARCH METHODS AND CONTROL ALGORITHMS IN RADIO ELECTRONIC SYSTEMS

- The impact of simple navigation signals multipath propagation on the effectiveness of eliminating the phase measurements ambiguity
Lopardin P.A., Feoktistov D.S., Garifullin V.F., Bondarenko V.N., Zuyevskaya A.I. 35
- The Arctic and Southwestern part of Siberia regions soil's dielectric characteristics
Varnakov S.A., Suslov K.N., Yashchenko A.S., Krivaltsevich S.V. 44
- The estimate of directional characteristics of a near-surface vertical quarter-wave monopole in the high frequency range at different stages of soil moisture evaporation
Yashchenko A.S., Nemchanov K.V. 50

FUNCTIONAL ALGORITHMS: SIGNAL TRANSMISSION, RECEPTION AND PROCESSING

- Accounting for the impact of the phase-frequency spectrum in signal analysis
Bogoslovsky A.V., Afanasyev E.N., Zhigulina I.V. 59
- A method for increasing the energy and structural stealth of radar signals through the use of polarization-modulated interference
Nabilkin V.S. 69
- Detection of ultra-wideband quasi-radio signal in the conditions of the influence of discrete-covering jams
Korchagin Yu.E., Titov K.D., Golovatskaya E.E. 83

INFORMATION SECURITY OF RADIO ELECTRONIC SYSTEMS

- Methodology for calculating the probabilities of bit errors in receiving radio signals with QPSK-modulation with several harmonic interferences
Zvonarev V.V., Popov A.S., Pitrin A.V. 94

DIGITAL RADIO ELECTRONIC SYSTEMS

- Methods of complex data processing from the radar and the air reconnaissance station of the aviation complex
Gorbai A.R., Rasolko N.M. 102

ANTENNAS, RADIO-WAVE PROPAGATION AND MICROWAVE ENGINEERING

- Shielded dipole antenna for borehole GPR applications
Sakhterov V.I., Prokopovich I.V., Popov A.V. 112
- Increasing the efficiency of aperiodic antennas by improving their design by secondary surface antenna elements and phase correctors
Kostychov Y.A., Krivaltsevich S.V., Maynenger K.A., Bokov A.V. 121

RADIO EQUIPMENT AND ITS APPLICATION

- Energy efficient OFDM mode with the ability to adapt to propagation conditions in multipath channels
Luferchik P.V., Komarov A.A., Konev A.N., Galeev R.G., Bogatyrev E.V. 130

OPTOELECTRONICS, ACOUSTO-ELECTRONICS AND PHOTONICS

- Radiophotonics in advanced radar systems
Golov N.A., Savchenko V.P., Usachev V.A. 146

SYNTHESIS AND ANALYSIS OF RADIO ENGINEERING SYSTEMS AND DEVICES

- Criteria and quality assessment of the matching of loads in the band-pass of polynomial LC-filter
Smirnov V.P. 147



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 31.08.2022. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печ.л. 19,5. Тираж 1000 экз. Изд. № 8.
 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»