



# РАДИОТЕХНИКА

т. 86, № 2, 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, РГТУ (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.,  
заместитель главного конструктора 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: СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ

### Математические модели и алгоритмы радиоэлектронно-информационного обеспечения комплексного (радиоэлектронного и огневого) воздействия

Алгоритм сопровождения летательного аппарата по изображению опорного оптического излучения при испытаниях бортовых комплексов защиты

**Донцов А.А., Тонконогов О.Ю., Меркулов Р.Е., Плеве В.В.** 5

Модель оптико-электронного средства в условиях его активного импульсного лазерного зондирования как объекта с нелокальным отражением

**Попело В.Д., Кулешов П.Е., Проскурин Д.К., Чернухо И.И.** 13

Оценка эффективности алгоритма определения угловых координат цели матричным фотоприемником

**Прохоров Д.В., Ишутин Д.А., Козирацкий А.А.** 22

Алгоритмы адаптивной фильтрации гармонического сигнала в дискретном времени

**Кирсанов Э.А.** 29

Определение координат мониторингового источника лазерного излучения

по рассеянной в атмосфере составляющей

**Козирацкий Ю.Л., Калинин В.С., Силюнцев С.В., Шмаров А.Н.** 36

Эффективность обнаружения сверхширокополосного сигнала неизвестной формы

с неизвестными моментами появления и исчезновения,

принимаемого на фоне узкополосных помех и гауссовского белого шума

**Трифонов П.А., Ахмад Н.Н.** 48

Методика расчета эффективной площади рассеяния провода на комбинационных частотах,

вибрирующего под действием акустической речевой волны

**Авдеев В.Б., Катруша А.Н.** 58

Алгоритм определения местоположения и ориентации протяженного объекта

на основе обработки пары изображений,

полученных пространственно-разнесенными матричными приемниками

**Козирацкий А.Ю., Гревцев А.И., Нагалин Д.А.** 66

### Способы и средства радиоэлектронно-информационного обеспечения радиоэлектронного поражения радиоэлектронных средств

Оценка возможности использования оптического излучения факела

реактивного двигателя летательного аппарата

в качестве зондирующего сигнала оптической локации в задней полусфере

**Козирацкий Ю.Л., Прохоров Д.В., Шутько Е.М.** 75

Методический подход к построению моделей, отражающих процессы

в полупроводниковом фотоприемном устройстве при воздействии мощного лазерного излучения

**Козирацкий Ю.Л., Калинин В.С., Шамарин В.А.** 87

Методика определения энергетических характеристик лазерного излучения

для управления беспилотным летательным аппаратом по атмосферному оптическому каналу

**Козирацкий А.Ю., Петухов А.Г., Смынтына О.В., Дрынкин Д.А.** 95

Оценка точности местоопределения источника радиоизлучения способом однопозиционной

пространственной координатометрии

**Козирацкий Ю.Л., Паринов М.Л., Петренков Е.В.** 101

Ближняя радиотехническая навигация беспилотных летательных аппаратов малого класса

с использованием широкополосных линейно-частотно-модулированных сигналов

**Лихачев В.П., Нагалин А.В., Павлюк А.А.** 109

Оценка возможности определения пространственных координат источника радиоизлучения

на основе эффекта Доплера

**Козирацкий А.Ю., Паринов М.Л., Калачев В.В.** 119

Исследование влияния точности наведения на функционирование системы передачи информации

с атмосферным оптическим каналом

**Козирацкий А.Ю., Смынтына О.В., Петухов А.Г., Дрынкин Д.А.** 128

## АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ: ПЕРЕДАЧА, ПРИЕМ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Алгоритмы взаимодействия одностипных модулей базовых в сложной системе военного назначения

**Расолько Н.М., Поисов Д.А.** 135

Established in 1937

ISSN 0033-8486

# Radioengineering / Radiotekhnika

Included in the Russian Science Citation Index

V. 86, № 2, 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.,  
MESCF 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.,  
MESCF 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.,  
MESCF 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,  
MESCF 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: ELECTRONIC WARFARE SYSTEMS AND EQUIPMENT

### Mathematical models and algorithms of electronic information support of complex (electronic and fire) impact

Algorithm for tracking an aircraft using the image of the reference optical radiation during testing of on-board protection systems <b>Dontsov A.A., Tonkonogov O.Yu., Merkulov M.E., Plehve V.V.</b>	12
Model of an electro-optical devices in the conditions of its active pulsed laser sounding as an object with a non-local reflection <b>Popelo V.D., Kuleshov P.E., Proskurin D.K., Chernukho I.I.</b>	21
Evaluation of the efficiency of the algorithm for determining the angular coordinates of the target by a matrix photodetector <b>Prokhorov D.V., Ishutin D.A., Koziratsky A.A.</b>	28
Algorithms of adaptive filtration of a harmonious signal in discrete time <b>Kirsanov E.A.</b>	35
Determination of the coordinates of the monitoring laser radiation source by the component scattered in the atmosphere <b>Koziratsky Yu.L., Kalinin V.S., Silyuntsev S.V., Shmarov A.N.</b>	47
Efficiency of detection of an ultra-wideband signal of unknown shape with unknown moments of appearance and disappearance of the signal received against the background of narrowband interference and Gaussian white noise <b>Trifonov P.A., Ahmad N.N.</b>	57
Method for calculating the effective scattering area of a wire at combination frequencies vibrating under the action of an acoustic speech wave <b>Avdeev V.B., Katrusha A.N.</b>	65
Algorithm of definition of a situation and orientation of extended object on the basis of processing of pair the plotting received by spatially-carried template receivers <b>Koziratsky A.Yu., Grevtsev A.I., Nagalin D.A.</b>	74

### Methods and means of radioelectronic information support of radioelectronic destruction of radioelectronic means

Evaluation of the possibility of using the optical radiation of an aircraft jet engine flare as a probing signal for optical locating in the rear hemisphere <b>Koziratsky Yu.L., Prokhorov D.V., Shutko E.M.</b>	86
Methodical approach to the construction of models reflecting the processes in a semiconductor photodetector when exposed to high-power laser radiation <b>Koziratsky Yu.L., Kalinin V.S., Shamarin V.A.</b>	94
Method for determining the energy characteristics of laser radiation for controlling an unmanned aerial vehicle via an atmospheric optical channel <b>Koziratskii A.Yu., Petukhov A.G., Smyntyna O.V., Drynkin D.A.</b>	100
Evaluation of the accuracy of the radio source location by the method of single-position spatial coordination <b>Koziratsky Yu.L., Parinov M.L., Petrenkov E.V.</b>	108
Short-range radio-technical navigation of small-class unmanned aerial vehicles using broadband linear-frequency-modulated signals <b>Likhachev V.P., Pavlyuk A.A., Nagalin A.V.</b>	117
Estimation of possibility of definition spatial coordinates of a source of a radio emission on the basis of Dopler effect <b>Koziratsky A.Yu., Parinov M.L., Kalachev V.V.</b>	127
Investigation of the influence of guidance accuracy on the functioning of the information transmission system with an atmospheric optical channel <b>Koziratsky A.Yu., Smyntyna O.V., Petukhov A.G., Drynkin D.A.</b>	134

## OPERATING ALGORITHMS: SIGNAL TRANSMISSION, RECEPTION AND PROCESSING

Algorithms for the interaction of single-type basic modules in a complex military system <b>Rasolko N.M., Poisov D.A.</b>	148
--	-----



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 28.02.2022. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печ.л. 19. Тираж 1000 экз. Изд. № 2.  
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»