

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

**Том 76, номер 8,  
2022**

# УСІТЕХІ Р 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)

Акиншин Николай Степанович – д.т.н., проф., АО «ЦКБА» (г. Тула, 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-Оптикс» (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)

**Редактор выпуска – д.т.н., проф. В.И. Меркулов**

## Содержание

Радиоэлектронные системы управления истребителей шестого поколения.

Ч. 1. Подходы к разработке. Проблемы оптимизации

**Меркулов В.И., Савельев А.Н.**

**5**

Современные гибридно-интегральные автодинные генераторы микроволнового и миллиметрового диапазонов и их применение. Ч. 14. Автодины с амплитудно-частотной модуляцией

**Носков В.Я., Богатырев Е.В., Галеев Р.Г., Игнатков К.А., Шайдуров К.Д.**

**17**

Технологические аспекты изготовления МИС СВЧ

**Гудков А.Г., Вьюгинов В.Н., Попов В.В., Соловьев Ю.В.,  
Травин Н.К., Чижиков С.В., Агандеев Р.В., Шашурин В.Д.**

**30**

75 лет главному редактору журнала «Успехи современной радиоэлектроники» –  
академику РАН Александру Степановичу Бугаеву

**72**

**Vol. 76, No. 8,  
2022**

# Achievements of Modern Radioelectronics / Uspekhi sovremennoj radioelektroniki

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. (Phys.-Math.), Prof., Lomonosov Moscow State  
University (Moscow, Russia)**

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

Akinshin Nikolay Stepanovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., JSC «CDBA» (Tula, Russia)

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

Borзов 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.), Prof., 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 Sergeyevich – 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 Yuri 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 Yuri Mitrofanovich – Dr. Sc. (Eng.), Prof., Institute of Dynamics of Geospheres RAS  
(Moscow, Russia)

Petrov Alexander Sergeyevich – 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 Sergeyevich – 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

Radio-electronic control systems of sixth generation fighters. Part 1. Approaches to development. Optimization problems <b>Merkulov V.I., Savelyev A.N.</b>	<b>15</b>
Modern hybrid-integrated autodyne oscillators of microwave and mm-wave ranges and its applications. Part 14. Autodynes with amplitude-frequency modulation <b>Noskov V.Ya., Bogatyrev E.V., Galeev R.G., Ignatkov K.A., Shaidurov K.D.</b>	<b>48</b>
Technological aspects of the manufacture of MMIC <b>Gudkov A.G., Vyuginov V.N., Popov V.V., Solov'ev Yu.V., Travin N.K., Chizhikov S.V., Agandeev R.V., Schashurin V.D.</b>	<b>70</b>



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 29.07.2022. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.

Печ.л. 9,25. Тираж 600 экз. Изд. № 20.

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 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»**