



1/2018

# **Вопросы** **радиоэлектроники**

ISSN 2218-5453

# Вопросы радиоэлектроники

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1959 ГОДА

Серия «Общетехническая» (ОТ)  
ВЫПУСК 1

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-31114 от 15 февраля 2008 года).

Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации для опубликования результатов диссертационных исследований (**Перечень ВАК**).

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (**РИНЦ**).

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**А. В. Фомина**, д.э.н., проф., чл.-корр. Академии военных наук

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Г. В. Анцев**, к.т.н., доц. (АО «НПП «Радар ммс»)  
**В. М. Балашов**, д.т.н., проф. (АО «НПП «Радар ммс»)  
**Я. В. Безель**, д.т.н., проф. (АО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей»)  
**А. И. Белоус**, чл.-корр. НАН Беларуси, д.т.н., проф. (ОАО «ИНТЕГРАЛ»)  
**А. Б. Бляхман**, д.т.н., проф. (АО «ФНПЦ «ННИИРТ»)  
**М. М. Бутаев**, д.т.н., проф. (АО «НПП «Рубин»)  
**Н. Ю. Жибуртович**, д.т.н., проф. (АО «Корпорация Фазотрон-НИИР»)  
**Н. Н. Иванов**, д.т.н. (ОАО «Авангард»)  
**А. В. Киселев**, д.т.н., проф. (ФГБОУ ВО НГТУ)  
**В. Е. Красовский**, к.т.н., проф. (ПАО «ИНЭУМ им. И. С. Брука»)  
**А. В. Люхин**, к.т.н. (ПАО «МАК «Вымпел»)  
**В. В. Мартынов**, д.т.н., проф. (ФБГНУ «Аналитический центр»)  
**Н. А. Махутов**, чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. (ИМАШ РАН)  
**Н. Л. Прохоров**, д.т.н., проф. (ПАО «ИНЭУМ им. И. С. Брука»)  
**С. А. Прохоров**, д.т.н., проф. (Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева)  
**В. И. Сергеев**, д.т.н., доц. (ВКБ АФУ (ОАО))  
**П. И. Смирнов**, к.т.н. (АО «НИИ «Масштаб»)  
**С. А. Сорокин**, к.т.н. (АО «НИИВК им. М. А. Карцева»)  
**А. Ф. Страхов**, д.т.н., проф. (АО «ГПТП «Гранит»)  
**В. Ф. Хватов**, д.т.н. (Гостехнадзор Ленинградской области)  
**С. В. Хохлов** (Департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга России)  
**В. И. Штейнберг**, к.т.н. (АО «НИИ «Аргон»)

Полное или частичное воспроизведение материалов допускается только с письменного разрешения АО «ЦНИИ «Электроника».

При перепечатке материалов ссылка на журнал «Вопросы радиоэлектроники» обязательна.

Ответственность за содержание рекламных материалов несут рекламодатели.

Ответственность за достоверность приведенных сведений, за наличие данных, не подлежащих открытой публикации, и точность информации по цитируемой литературе несут авторы.

Позиция редакции может не совпадать с мнением автора.

Все поступившие в редакцию материалы подлежат рецензированию.

Редакция не вступает в переписку с авторами статей, получившими мотивированный отказ в опубликовании.

Материалы, переданные в редакцию, не возвращаются.

Требования к оформлению статей размещены на сайте [www.instel.ru](http://www.instel.ru).

## Учредитель

АО «ЦНИИ «Электроника»

## Издатель

АО «ЦНИИ «Электроника»

## Генеральный директор, главный редактор

Алена Фомина  
[instel@instel.ru](mailto:instel@instel.ru)  
 +7 (495) 940-65-00

## Руководитель издательского отдела

Полина Корсунская  
[korsunskaya\\_p@instel.ru](mailto:korsunskaya_p@instel.ru)  
 +7 (495) 940-65-24

## Выпускающий редактор

Галина Романова  
[publish@instel.ru](mailto:publish@instel.ru)  
 +7 (495) 940-65-24

## Реклама

Михаил Фельдман  
[feldman\\_m@instel.ru](mailto:feldman_m@instel.ru)  
 +7 (495) 940-65-24

## Распространение и подписка

Вероника Филиппова  
[filippova\\_v@instel.ru](mailto:filippova_v@instel.ru)  
 +7 (495) 940-65-46

## Корректор

Юлия Никулина

## Компьютерная верстка

Григорий Арифудиин

## Адрес редакции

127299, г. Москва,  
 ул. Космонавта Волкова, д. 12  
 +7 (495) 940-65-00  
[www.instel.ru](http://www.instel.ru)  
[instel@instel.ru](mailto:instel@instel.ru)

## Подписка

В редакции  
[publish@instel.ru](mailto:publish@instel.ru)  
 +7 (495) 940-65-46

Агентство «Роспечать»  
 Индекс **84529**  
 (каталог «Газеты. Журналы»)  
 Индекс **59981**  
 (каталог «Научно-технические издания»)

Агентство «Урал-Пресс»  
[www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru)  
 +7 (495) 961-23-62

Подписано в печать 22.12.2017.

Отпечатано в ООО «РА «Фора-профит Медиа»».

# Voprosy radioelektroniki

(Questions of radio  
electronics)

**SCIENTIFIC JOURNAL PUBLISHED FROM 1959**

General technical series  
VOLUME 1

The journal is registered at the Federal Service for Compliance with the Law in Mass Communications and Cultural Heritage Protection (Certificate PI № FS77-31114 of February 15th, 2008).

The journal is included into the List of periodicals recommended by the State commission for academic degrees and titles for publishing of dissertation research results.

This journal is included in Russian Science Citation Index (RSCI).

## EDITOR-IN-CHIEF

**A. V. Fomina**, Doctor of Economics, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Military Sciences

## EDITORIAL COUNCIL

**G. V. Antsev**, Candidate of Engineering, Assistant Professor (Radar mms)  
**V. M. Balashov**, Doctor of Engineering, Professor (Radar mms)  
**Y. V. Besel**, Doctor of Engineering, Professor (Concern PVO Almaz-Antei)  
**A. I. Belous**, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering, Professor (Joint Stock Company INTEGRAL)  
**A. B. Blyakhman**, Doctor of Engineering, Professor (NNIIRT)  
**M. M. Butaev**, Doctor of Engineering, Professor (NPP Rubin)  
**N. Y. Zhiburtovich**, Doctor of Engineering, Professor (PHAZOTRON-NIIR)  
**N. N. Ivanov**, Doctor of Engineering (Public Joint Stock Company Avangard)  
**A. V. Kiselev**, Doctor of Engineering, Professor (Novosibirsk State Technical University)  
**V. E. Krasovskiy**, Candidate of Engineering, Professor (The Institute of Electronic Control Computers named after I. S. Bruk)  
**A. V. Lyukhin**, Candidate of Engineering (MAK Vympel)  
**V. P. Martynov**, Doctor of Engineering, Professor (Analytical Center at the Ministry of Education and Science of the Russian Federation)  
**N. A. Makhutov**, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering, Professor (Russian Academy of Sciences)  
**N. L. Prokhorov**, Doctor of Engineering, Professor (The Institute of Electronic Control Computers named after I. S. Bruk)  
**S. A. Prokhorov**, Doctor of Engineering, Professor (Samara University)  
**V. I. Sergeev**, Doctor of Engineering, Assistant Professor (Voronezh Design Bureau Antenna Feeders)  
**P. I. Smirnov**, Candidate of Engineering (Scientific Research Institute Mashtab)  
**S. A. Sorokin**, Candidate of Engineering (Scientific Research Institute of Computer Science named after M. A. Karzev)  
**A. F. Strakhov**, Doctor of Engineering, Professor (Head center maintenance and repair Granite)  
**V. F. Khvatov**, Doctor of Engineering (State Technical Supervision Body of Leningrad Region)  
**S. V. Khokhlov** (Radio electronics Department of the Ministry of industry and trade of the Russian Federation)  
**V. I. Shteinberg**, Candidate of Engineering (Research Institute «Argon»)

Full or partial reproduction of materials is allowed only with the written permission of the Central Research Institute of Economy, management and information systems «Electronics».

At a reprint of materials the link on journal «Questions of radio electronics» is mandatory.

Advertisers are responsible for the content of advertisements.

Authors are responsible for reliable information, for the availability of data are not subject to open publication, and accuracy of information on the cited literature.

The editorial standpoint may not correspond with authors' opinions.

All incoming manuscripts are subject to review.

Editors do not correspond with authors, whose articles are considered unsuitable for the publication. Materials sent to the editor will not be returned.

## Founder

Central Research Institute of Economy, management and information systems «Electronics»

## Publisher

Central Research Institute of Economy, management and information systems «Electronics»

## General director, Editor-in-Chief

Alena Fomina  
instel@instel.ru  
+7 (495) 940-65-00

## Head of publish department

Polina Korsunskaya  
korsunskaya\_p@instel.ru  
+7 (495) 940-65-24

## Managing editor

Galina Romanova  
publish@instel.ru  
+7 (495) 940-65-24

## Advertise

Mikhail Feldman  
feldman\_m@instel.ru  
+7 (495) 940-65-24

## Distribution and subscribe

Veronika Filippova  
filippova\_v@instel.ru  
+7 (495) 940-65-46

## Proofreader

Yuliya Nikulina

## Design

Grigoriy Arifulin

## Editorial office

127299, Moscow,  
Kosmonavta Volkova st., 12  
+7 (495) 940-65-00  
www.instel.ru  
instel@instel.ru

## Subscribe

publish@instel.ru  
+7 (495) 940-65-46

Signed to print 22.12.2017.

Printed in Fora-profit Media.

# Вопросы радиоэлектроники

## СОДЕРЖАНИЕ

Восприятие за гранью физических возможностей.....	5	Драчев А. Н., Балашов В. М. Обработка экспериментальных данных при измерении поверхностей второго порядка.....	68
<b>РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС</b>		<b>ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b>	
Борисов Е. Г., Егоров С. Г. Инерционное сопровождение траектории воздушного судна радиолокационно-оптической системой слежения.....	6	Ивакин Я. А., Фролова Е. А., Балашова К. В., Смирнова М. С., Титков Б. В. Управление качеством интерактивных электронных технических руководств по эксплуатации и ремонту авиационной техники на всех этапах жизненного цикла.....	73
Бахолдин В. С., Гаврилов Д. А., Леконцев Д. А., Балашов В. М. Комплекс наземных экспериментов по приему отраженных сигналов глобальных радионавигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS при использовании антенны с гибридной поляризацией.....	12	<b>ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ</b>	
Бахтурин А. А. Актуальные методы создания фильтров спекл-структур.....	20	Алешкин А. П., Полончик О. Л., Невзоров В. И., Владимиров В. В., Бакурский К. В., Балашов В. М. Способы устранения неоднозначности определения координат цели в задаче обзора земной поверхности на основе синтезирования апертуры путем вращения антенны летательного аппарата.....	82
Синицын В. А., Синицын Е. А., Страхов С. Ю. Компенсация мешающих сигналов телевизионного вещания в приемном тракте вторичного радиолокатора.....	25	<b>ИЗМЕРЕНИЯ</b>	
Борисов Е. Г. Угломерно-частотный способ определения дальности до источника радиоизлучения пассивным моностатическим пеленгатором.....	30	Анцев И. Г., Сапожников Г. А., Богословский С. В. Чувствительный элемент датчика давления на поверхностных акустических волнах.....	93
<b>АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ</b>		Савельев Ю. В., Савельева В. М., Абашин М. Н. Перспективы использования отечественных высокочувствительных цифровых датчиков давления в газотранспортных системах для поиска утечек из трубопроводов.....	98
Алешкин Н. А., Алешкин А. П., Карпова И. Р. Процедура гибридного управления микроклиматом в производственном процессе изготовления бортовой электроники.....	36	Драчев А. Н., Балашов В. М. Анализ погрешности изготовления отражателя зеркальной антенны с помощью контрольных карт.....	105
Семенова Е. Г., Лахов Ю. А., Смирнов А. О., Степанов А. Г., Смирнова М. С. Мониторинг электроинфраструктуры предприятия на основе применения средств измерений и методов статистического анализа.....	42	Сулаберидзе В. Ш., Михеев В. А. Уточнение калибровки измерителя теплопроводности в исследованиях композиционных материалов для теплопроводящих покрытий в изделиях электронной техники.....	110
<b>АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ</b>		<b>КОНТРОЛЬ</b>	
Аллилуева Н. В. Интеллектуальная система БПЛА противодействия несанкционированному вторжению на охраняемую территорию.....	47	Смирнов А. О., Чабаненко А. В. Разработка методов повышения качества аддитивного производства конструктивных элементов РЭА.....	118
<b>ТЕХНОЛОГИЯ</b>		<b>ОРГАНИЗАЦИЯ. УПРАВЛЕНИЕ. ЭКОНОМИКА</b>	
Денисов М. Н., Каримова Е. Н., Хохлов Д. А. Применение принципиально новых технологических процессов нанесения гальванических и химических покрытий на примере перехода волноводного вращающегося.....	55	Бундин Г. Г., Ищук В. И., Мочалов С. А. Вопросы проектирования и создания сложных программно- аппаратных комплексов морской авиации ВМФ.....	123
Балашов В. М., Мироненко И. Г., Иванов А. А., Фирсенков А. И., Велькин Д. В., Яковлев О. В., Емельянов Н. А. Технология и диэлектрические свойства многослойных нанокompозитных сегнетоэлектрических пленок.....	62	<b>ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....</b>	131

## CONTENTS

<b>Perception beyond physical capabilities</b> .....	<b>5</b>	Drachev A. N., Balashov V. M. <b>Processing of experimental data at quadric surface measurements</b> .....	<b>68</b>
<b>RADAR COMPLEX</b>			
Borisov E. G., Egorov S. G. <b>Inertial tracking of the trajectory of an aircraft by a radar-optical tracking system</b> .....	<b>6</b>	<b>APPLIED PROBLEMS OF INFORMATION TECHNOLOGIES</b>	
Bakholdin V. S., Gavrilov D. A., Lekontsev D. A., Balashov V. M. <b>Complex of land experiments on reception of reflected signals of the radio navigational systems GLONASS and GPS using antenna with hybrid polarization</b> .....	<b>12</b>	Ivakin Ya. A., Frolova E. A., Balashova K. V., Smirnova M. S., Titkov B. V. <b>Quality management of interactive electronic technical guidelines for operation and repair of aviation technology at all stages of the life cycle</b> .....	<b>73</b>
Bakhturin A. A. <b>Actual methods of creating filter for speckle-structures</b> .....	<b>20</b>	<b>SIGNAL PROCESSING</b>	
Sinitsyn V. A., Sinitsyn E. A., Strakhov S. Yu. <b>The compensation of interfering signals of television broadcasting in the receiving channel of the secondary radar</b> .....	<b>25</b>	Aleshkin A. P., Polonchik O. L., Nevzorov V. I., Vladimirov V. V., Bakurskiy K. V., Balashov V. M. <b>Methods of eliminating definitive uniformness of the coordinate objective in the problems of earth surface reviews based on synthesization of aircrafts by understanding the antenna of the flying apparatus</b> .....	<b>82</b>
Borisov E. G. <b>Angular frequency method for determining the range to a radio source by a passive monostatic direction finder</b> .....	<b>30</b>	<b>MEASUREMENTS</b>	
<b>AUTOMATED CONTROL SYSTEMS</b>			
Aleshkin N. A., Aleshkin A. P., Karpova I. R. <b>Procedure of hybrid management of microclimate in the production process in the manufacture of electronic</b> .....	<b>36</b>	Antsev I. G., Sapozhnikov G. A., Bogoslovskiy S. V. <b>Sensitive element of the pressure sensor based on surface acoustic waves</b> .....	<b>93</b>
Semenova E. G., Lakhov Yu. A., Smirnov A. O., Stepanov A. G., Smirnova M. S. <b>Monitoring of the electroinfrastructure of the enterprise on the basis of the application of means of measurements and methods of statistical analysis</b> .....	<b>42</b>	Savelev Yu. V., Saveleva V. M., Abashin M. N. <b>Perspectives of domestic highly sensitive digital pressure sensors use in gas-transport systems for pipeline leakage detection</b> .....	<b>98</b>
<b>ALGORITHMS AND PROGRAMS</b>			
Allilueva N. V. <b>UAV intellectual system for counteraction against unauthorized intrusion into the protected territory</b> .....	<b>47</b>	Drachev A. N., Balashov V. M. <b>Analysis of the error of mirror antenna reflector manufacturing with use of control cards</b> .....	<b>105</b>
<b>TECHNOLOGY</b>			
Denisov M. N., Karimova E. N., Khokhlov D. A. <b>Application of principally new technological processes of galvanic chemical coating demonstrated on the waveguide rotary connector</b> .....	<b>55</b>	Sulaberidze V. Sh., Mikheev V. A. <b>Calibration adjustment of the thermal conductivity meter in studies of composite materials for thermal conductive coatings in electronic products</b> .....	<b>110</b>
Balashov V. M., Mironenko I. G., Ivanov A. A., Firsenkov A. I., Velkin D. V., Yakovlev O. V., Emelyanov N. A. <b>Technology and dielectric properties of nanocomposite multilayer ferroelectric films</b> .....	<b>62</b>	<b>CONTROL</b>	
		Smirnov A. O., Chabanenko A. V. <b>Development of methods for increasing the quality of additive manufacturing structural elements</b> .....	<b>118</b>
		<b>ORGANIZATION. MANAGEMENT. ECONOMY</b>	
		Bundin G. G., Ischuk V. I., Mochalov S. A. <b>The matters of design and creation of complicated software and hardware complexes for naval aviation</b> .....	<b>123</b>
		<b>RULES FOR SUBMITTING ARTICLES</b> .....	
			<b>133</b>



## **Восприятие за гранью физических возможностей**

*Наше познание начинается с восприятия, переходит в понимание и заканчивается причиной. Нет ничего важнее причины.*  
Иммануил Кант

Способность человека познавать свое окружение при помощи разума и рассудка порождает стремление к накоплению знаний. Одной из базовых потребностей человека в познании является сбор и унификация для дальнейшей передачи данных об окружающем мире. Всего одно-два столетия назад составление географической карты было невозможным без непосредственного присутствия в данной местности. Отправляясь в экспедицию, все ее участники принимали на себя высокие риски того, что они могут не вернуться из-за болезней, стихийных бедствий, враждебности местного населения или иных обстоятельств. Сегодня вопрос с картографией и предсказанием погоды решается благодаря передовым технологиям. Одним из таких решений является метод составления топографических карт при помощи беспилотных летательных аппаратов, посредством сканирования местности. Помимо двумерной карты данные

аппараты способны смоделировать 3D-макет изучаемой области.

Решением проблем с погодными условиями занимаются аппаратно-программные системы планетарного масштаба, включающие в себя десятки лабораторий, центров слежения за атмосферными явлениями и группировку спутников. В настоящее время существуют решения, практически полностью избавляющие от необходимости контроля получаемых результатов. Подобные автоматизированные системы с элементами искусственного интеллекта, в частности машинного обучения, сами составляют прогноз, опираясь на полученные результаты мониторинга внешней среды.

Текущий номер журнала «Вопросы радиоэлектроники» подготовлен совместно с научно-производственным предприятием «Радар ммс». Данная компания разрабатывает и выпускает широкую линейку датчиков различных типов, способных с высокой точностью измерять такие показатели, как температура, влажность, давление, степень деформации, и используемых для мониторинга природных, производственных и инфраструктурных объектов. Гордостью предприятия является инновационный класс устройств – пассивные беспроводные датчики на поверхностных акустических волнах.

Сочетание нескольких видов датчиков в едином комплексе позволяет одновременно отслеживать все необходимые характеристики изучаемого объекта. «Радар ммс» славится своими летающими лабораториями, в которых на базе самолетов ИЛ-114 и Л-39, а также вертолета «Ансат» реализована возможность проводить аэрофотосъемку, собирать данные с навигационных, радиолокационных и тепловизионных оптических приборов для их последующей обработки в командных пунктах. Такие лаборатории выполняют роль испытательных площадок для проверки разработанных в стенах предприятия радиоэлектронных систем и во время проведения экспериментальных полетов успешно справляются с поставленными перед ними задачами. Стоит отметить, что высокие достижения научно-производственного предприятия «Радар ммс» не остаются без внимания даже на высшем государственном уровне. Так, в ноябре 2017 года орденом Мужества был награжден начальник летно-испытательного комплекса Владимир Скрынников, получивший его из рук президента Российской Федерации.

*А.В. Фомина,  
доктор экономических наук,  
главный редактор журнала  
«Вопросы радиоэлектроники»*

**Е. Г. Борисов<sup>1</sup>, С. Г. Егоров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»», <sup>2</sup> Санкт-Петербургский университет телекоммуникаций

# **ИНЕРЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ВОЗДУШНОГО СУДНА РАДИОЛОКАЦИОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ СЛЕЖЕНИЯ**

---

*В статье рассмотрен вариант решения задачи инерционного сопровождения воздушного судна по данным радиолокационно-оптической системы слежения. Показано, что при первоначальном сопровождении воздушного судна по данным радиолокационного канала формируются начальные условия для перехода в режим инерционного сопровождения. Условиями для этого перехода являются наличие измерений дальности до воздушного судна и проекций вектора скорости цели на оси декартовой системы координат. При формировании по данным оптического канала измерений угловых координат и их производных возможно измерение дальности до объекта. Приведены сравнительные расчеты точности измерений дальности в режиме инерционного сопровождения для предложенного способа и для уже существующего.*

**Ключевые слова:** радиолокационное сопровождение, оптическое сопровождение, комбинирование, среднеквадратическая ошибка, производная, угловые координаты.

---

**В. С. Бахолдин<sup>1</sup>, Д. А. Гаврилов<sup>1</sup>, Д. А. Леконцев<sup>1</sup>, В. М. Балашов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, <sup>2</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# **КОМПЛЕКС НАЗЕМНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ПРИЕМУ ОТРАЖЕННЫХ СИГНАЛОВ ГЛОБАЛЬНЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ГЛОНАСС И GPS ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АНТЕННЫ С ГИБРИДНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ**

---

*Рассмотрены вопросы приема отраженных сигналов глобальных навигационных спутниковых систем и синтеза радиолокационных изображений в многопозиционной радиолокационной системе с синтезированной апертурой с учетом поляризации. Проанализированы возможности приема отраженных от земной поверхности сигналов глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС на основе гибридной поляризации. Представлены технические характеристики и структурная схема макета для приема отраженных радионавигационных сигналов ГЛОНАСС и GPS. Описаны условия проведения наземного эксперимента, заданные режимы работы макета и характеристики изготовленных уголкового отражателя. Приведены результаты эксперимента по приему отраженных от уголкового отражателя сигналов глобальной навигационной спутниковой системы GPS в частотном диапазоне L5. Проведен сравнительный анализ синтезированных радиолокационных изображений при использовании антенн с ортогональной поляризацией принимаемых сигналов.*

**Ключевые слова:** программная обработка сигналов, поляризационная обработка сигналов, радиолокационное изображение, многопозиционная радиолокационная система, глобальная навигационная спутниковая система, дистанционное зондирование Земли.

---



**А. А. Бахтурин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ФИЛЬТРОВ СПЕКЛ-СТРУКТУР

---

*В статье рассматриваются современные подходы к решению задачи создания универсальных фильтров спекл-шумов. Рассмотрены возможности современных РЛС с различными разрешающими способностями, в различных частотных диапазонах. Описаны причины возникновения спекл-структур, а также обозначены проблемы создания спекл-фильтров. Показаны методы формирования фильтров на основе математических моделей шума и на основе апостериорных данных. В качестве методов моделирования указаны: функция, описывающая зашумленное изображение (указан процесс представления и фильтрации, указаны недостатки); метод формирования конечного зашумленного изображения с использованием фрактальных полей (указан процесс представления и фильтрации, указаны недостатки). В качестве способа создания фильтров на апостериорных данных указан метод сигнальной обработки изображения с целью предварительного формирования пространственной модели сканируемой поверхности, описания пути распространения лучей, получения предполагаемой модели шума и дальнейшей фильтрации. Произведено сравнение описанных методов.*

**Ключевые слова:** РЛС, РСА, радиолокация, спекл-шум, синтезированная апертура, фильтрация, обработка изображений.

---

**В.А. Сеницын<sup>1</sup>, Е.А. Сеницын<sup>1</sup>, С.Ю. Страхов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова

# **КОМПЕНСАЦИЯ МЕШАЮЩИХ СИГНАЛОВ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ В ПРИЕМНОМ ТРАКТЕ ВТОРИЧНОГО РАДИОЛОКАТОРА**

*Предложен способ адаптивной компенсации телевизионных помех, позволяющий решить задачу радиолокационного наблюдения воздушного пространства методами вторичной радиолокации на частоте 740 МГц в условиях воздействия телевизионных помех, значительно превышающих мощность полезного сигнала в раскрыве антенны вторичных радиолокаторов. Рассмотрены особенности схемно-технической реализации и показатели эффективности предложенного способа. Приведены результаты анализа влияния различных факторов на качество компенсации телевизионных помех. Показано, что высокий уровень компенсации сохраняется даже для наиболее сложного случая при азимутальном расположении источника телевизионной помехи и летательного аппарата в пределах диаграммы направленности антенны. Предлагаемый способ может быть применен в действующих вторичных радиолокаторах, вторичных каналах радиолокационных комплексов и радиолокационных системах посадки, содержащих вторичные радиолокационные каналы, с целью повышения помехозащищенности радиоэлектронных средств управления воздушным движением в условиях действия активных телевизионных помех.*

**Ключевые слова:** вторичная радиолокация, телевизионные помехи, управление воздушным движением.

**Е. Г. Борисов**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# **УГЛОМЕРНО-ЧАСТОТНЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДО ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ПАССИВНЫМ МОНОСТАТИЧЕСКИМ ПЕЛЕНГАТОРОМ**

---

*В статье рассмотрен способ определения дальности до движущегося источника радиоизлучения однопозиционным пассивным пеленгатором без использования априорной информации о его параметрах движения. Проведен краткий обзор существующих способов определения координат излучающих объектов моностатическими пассивными системами. Показана возможность косвенного определения путевого угла, скорости движения объекта и дальности до него с использованием двух последовательных во времени измерений частоты принятых колебаний и углов азимута. Приведены оценки точности искомых параметров в зависимости от ошибок первичных измерений для различных траекторий целей. Достаточная для практики точность определения дальности достигается при высокоточных первичных измерениях и строгих ограничениях на гипотезу движения объекта локации. Результаты работы могут быть использованы в задачах радиолокационного мониторинга.*

**Ключевые слова:** однопозиционный пеленгатор, пассивная система, угловые измерения, частота колебаний, путевой угол, скорость объекта, косвенные измерения, среднеквадратические ошибки.

---

**Н. А. Алешкин<sup>1</sup>, А. П. Алешкин<sup>2</sup>, И. Р. Карпова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет авиационного приборостроения,

<sup>2</sup> Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, <sup>3</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# **ПРОЦЕДУРА ГИБРИДНОГО УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

---

*К производственным помещениям, в которых изготавливаются изделия бортовой электроники, предъявляются жесткие требования по соответствию микроклиматических параметров (вектор состояния), таким как температура, влажность, давление, концентрация пыли в воздухе, нормативным значениям. Необходима формализация задачи оценивания текущего вектора состояния динамической системы для обеспечения реальной адекватности при генерировании управляющего воздействия и реализации близкой к оптимальной стратегии управления микроклиматическими параметрами. В статье рассматривается процедура гибридного управления параметрами микроклимата в чистом помещении для производства электроники путем комплексирования технологий рекуррентного оценивания и нечеткого регулирования. На основе разработанной процедуры будет обеспечено реальное оценивание текущих величин контролируемых параметров и адекватное возмущающим воздействиям управление. Сформулированная технология призвана обеспечить повышение качества переходных процессов, а следовательно, результативность управления климатической динамической системой при реализации производственного процесса изготовления электроники.*

**Ключевые слова:** параметры микроклимата, микроэлектроника, управление качеством, чистая комната, рекуррентный фильтр, нечеткая логика.

---

**Е. Г. Семенова<sup>1</sup>, Ю. А. Лахов<sup>2</sup>, А. О. Смирнов<sup>1</sup>, А. Г. Степанов<sup>1</sup>,  
М. С. Смирнова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП), <sup>2</sup> Завод глубокой переработки нефти ООО «КИНЕФ»

# **МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

---

*В статье предложена к рассмотрению система мониторинга электроинфраструктуры предприятия производства микроэлектроники. Определены основные направления мониторинга процессов функционирования электроинфраструктуры предприятия производства микроэлектроники (ЭИСП ПМ), а именно контроля и управления элементами энергокластеров электроинфраструктуры, декомпозируемые по следующим типам: генерации, трансформации, передачи, распределения и потребления электрической энергии. Предложено решение задачи обработки результатов измерений, полученных от измерительной приборной базы системы мониторинга с применением параметрического диагностирования на основе факторного анализа. Также представлен алгоритм обработки измерений и рассмотрен процесс мониторинга ЭИСП ПМ в условиях концепции активно-адаптивной интеллектуальной сети (ААИС) в программном обеспечении BPWin 5.0.*

**Ключевые слова:** мониторинг, электроинфраструктура предприятия производства микроэлектроники, статистические методы, активно-адаптивная интеллектуальная сеть.

---

**Н. В. Аллилуева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА БПЛА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОМУ ВТОРЖЕНИЮ НА ОХРАНЯЕМУЮ ТЕРРИТОРИЮ**

---

*В статье описан подход для решения задачи мониторинга с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) площадного объекта на предмет охраны в повседневной деятельности при угрозе нападения. Авиамониторинг имеет своей целью ограниченным числом БПЛА в рассредоточенном порядке осуществить с достаточной вероятностью обнаружение возможного проникновения через ограждение объекта, а также присутствия посторонних лиц на охраняемой территории. Для этих целей рассчитываются маршруты БПЛА, которые проходят над внешним ограждением территории по кратчайшим направлениям к наблюдаемым объектам. Маршруты являются замкнутыми и оперативно рассчитываются и изменяются в зависимости от меняющейся обстановки программными средствами на борту БПЛА. Расчет различных маршрутов группировки БПЛА и их планирование осуществляется средствами искусственного интеллекта и на основе генетического алгоритма.*

**Ключевые слова:** охрана объектов, мониторинг территории, беспилотный летательный аппарат, замкнутые маршруты, маршрутизация группировки, генетический алгоритм, диверсионные группы.

---

**М. Н. Денисов<sup>1</sup>, Е. Н. Каримова<sup>1</sup>, Д. А. Хохлов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# **ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕХОДА ВОЛНОВОДНОГО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ**

*В данной статье приводится описание и конструкция соединителя волноводного вращающегося одноканального антенно-фидерных устройств W-диапазона с применением нестандартных подходов к вопросу проектирования и изготовления. Уделяется внимание функциональному назначению защитных покрытий СВЧ-устройств. На примере конструкции соединителя волноводного вращающегося проводится анализ и обосновывается выбор серебряного электрохимического покрытия волноводных переходов, приводится отработанный на практике технологический процесс его нанесения. Также рассматривается поиск и применение принципиально нового экспериментального технологического метода восстановления защитного покрытия в составе сборочной единицы после снятия серебряного покрытия методом механической обработки. Важность и перспективность задачи состоит в том, что обычно гальваническим покрытиям подвергаются отдельные детали конструкции, после чего они устанавливаются в сборочную единицу. В предлагаемой конструкции технологическому процессу пассивации будет подвергаться вся сборочная единица (переход волноводный вращающийся) целиком. Посеребрённые ранее поверхности и волноводный канал защищаются от воздействия растворов, используемых при нанесении химического покрытия.*

**Ключевые слова:** волноводный переход, переход вращающийся, соединитель волноводный, W-диапазон, гальванические покрытия, химическая пассивация, серебрение, защитные покрытия.

**В. М. Балашов<sup>1</sup>, И. Г. Мироненко<sup>2</sup>, А. А. Иванов<sup>2</sup>, А. И. Фирсенков<sup>3</sup>,  
Д. В. Велькин<sup>3</sup>, О. В. Яковлев<sup>4</sup>, Н. А. Емельянов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»», <sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», <sup>3</sup> ОАО «Завод «Магнетон»», <sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»

# ТЕХНОЛОГИЯ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

*В статье исследованы свойства многослойных нанокompозитных сегнетоэлектрических пленок (МНСЭП) в зависимости от технологии их формирования на поверхности сапфировой подложки r-среза методом реактивного магнетронного распыления из стехиометрических мишеней составов  $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$  с различным содержанием бария. Установлена взаимосвязь характеристик пленок и параметров технологического режима. Измерения на атомно-силовом микроскопе в латеральном режиме сканирования показали структурные изменения поверхностей пленок для различных режимов их формирования. Приведены численные результаты диэлектрической проницаемости МНСЭП в зависимости от режимов напыления и отжига. Приведены экспериментальные результаты температурной зависимости диэлектрической проницаемости многослойной нанокompозитной структуры и коэффициента управления. Планарные многощелевые конденсаторы, созданные на МНСЭП, имеют высокую добротность в частотном диапазоне до 3 ГГц, превосходящую по своим характеристикам перестраиваемые конденсаторы фирм Murata и AVX.*

**Ключевые слова:** многослойные нанокompозитные сегнетоэлектрические пленки, сегнетоэлектрические структуры на сверхвысоких частотах, технология формирования пленок из твердых растворов титаната бария-стронция.



**А. Н. Драчев<sup>1</sup>, В. М. Балашов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ОАО «Центральное научно-производственное объединение “Ленинец”», <sup>2</sup> АО «Научно-производственное предприятие “Радар ммс”»

# **ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА**

---

*Поставлена задача определения отклонения изготовленной реальной поверхности отражателя зеркальной антенны от заданной (идеальной). В статье предложена методика обработки экспериментальных данных, полученных на координатной измерительной машине в результате контроля сложнопрофильной поверхности. Рассмотрен общий случай, когда измеряемый отражатель произвольно расположен и ориентирован относительно начала системы координат измерительной машины. Полученные в результате измерений координатные данные аппроксимируются поверхностью второго порядка. Рассмотрено базирование полученной поверхности путем приведения к каноническому виду с использованием теории квадратичных форм. Предложенная методика позволяет оценить отклонение контролируемой поверхности от заданной.*

**Ключевые слова:** координатные измерения, аппроксимация, теория квадратичных форм, поверхности второго порядка.

---

**Я. А. Ивакин<sup>1</sup>, Е. А. Фролова<sup>1</sup>, К. В. Балашова<sup>1</sup>, М. С. Смирнова<sup>1</sup>,  
Б. В. Титков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП), <sup>2</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# **УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

---

*В статье рассмотрены вопросы управления качеством интерактивных электронных технических руководств по эксплуатации и ремонту авиационной техники на всех этапах жизненного цикла. Установлено, что средства управления качеством интерактивных электронных технических руководств для авиационной техники не в полной мере удовлетворяют существующей совокупности специфических требований к технологическому процессу их проектирования и создания, а также реализации в нем процедур управления качеством. Это позволяет говорить о недостаточной научно-методической и технологической обеспеченности систем качества при разработке и создании интерактивных электронных технических руководств для эксплуатации и ремонта авиационной техники.*

**Ключевые слова:** управление качеством, интерактивные электронные технические руководства, эксплуатация и ремонт авиационной техники, жизненный цикл, CALS-технологии.

---

**А. П. Алешкин<sup>1</sup>, О. Л. Полончик<sup>1</sup>, В. И. Невзоров<sup>1</sup>, В. В. Владимиров<sup>1</sup>,  
К. В. Бакурский<sup>1</sup>, В. М. Балашов<sup>2, 3</sup>**

<sup>1</sup> Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, <sup>2</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»», <sup>3</sup> Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)

# **СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЦЕЛИ В ЗАДАЧЕ ОБЗОРА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ СИНТЕЗИРОВАНИЯ АПЕРТУРЫ ПУТЕМ ВРАЩЕНИЯ АНТЕННЫ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

---

*Представлен вариант функционирования бортовой приемной радиотехнической системы летательного аппарата с ненаправленными антеннами, работающей в режиме гармонических излучений радиолокатора. Проведено исследование свертки принимаемых сигналов с использованием компьютерного имитационного моделирования и результатов аналитических расчетов основных характеристик. Рассмотрены вопросы обработки сигнала синтезированной апертуры с преобразованием спектра сигнала в область «нулевых» частот. Выявлено появление неоднозначности отсчета угловых координат цели, сдвинутых на  $\pi$ . Показано, что неоднозначность отсчетов можно устранить с помощью направленной центральной антенны. Это обстоятельство существенно уменьшает зону обзора. Проанализированы возможности устранения неоднозначности измерения при обработке выходного сигнала бортового радиолокатора на промежуточной частоте при использовании ненаправленных бортовых антенн.*

**Ключевые слова:** радиотехническая станция, синтезирование апертуры, механическое сканирование, диаграмма направленности антенны, круговой радиолокационный обзор, источник излучения, подстилающая земная поверхность.

---

**И.Г. Анцев<sup>1</sup>, Г.А. Сапожников<sup>1</sup>, С.В. Богословский<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# **ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ**

*Одним из самых востребованных датчиков является датчик давления жидкости и газа. В пассивных беспроводных датчиках на ПАВ, как правило, используются резонаторные схемы. Широкое применение резонаторов для измерения давления определяется малыми габаритами резонаторов и, соответственно, возможностью выбора на мембране участка с малой неравномерностью параметров (в первую очередь скорости распространения ПАВ). Чувствительные элементы на основе линий задержки на ПАВ имеют большие линейные размеры, чем датчики с использованием резонаторов. Однако линии задержки менее чувствительны к неравномерности распределения скорости ПАВ вдоль акустического пути, а для достижения больших дальностей в условиях практического применения со значительным количеством паразитных эхосигналов необходимо обеспечить значительную (до 4 мкс) задержку информационного отклика датчика. Предложена новая конструкция датчиков давления, реализующая зеркальную топологию чувствительного элемента. Применение линий задержки позволяет создавать пассивные устройства, работающие на больших дальностях. Предлагаемое решение расширяет область применения зеркальных топологий для измерений давления.*

**Ключевые слова:** *поверхностные акустические волны, датчик давления, линия задержки.*

**Ю. В. Савельев<sup>1</sup>, В. М. Савельева<sup>1</sup>, М. Н. Абашин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ПОИСКА УТЕЧЕК ИЗ ТРУБОПРОВОДОВ**

---

*Важной задачей, как с точки зрения экономики, так и с точки зрения экологии, является своевременное обнаружение мест утечек и врезок для хищения газа из трубопроводов в газотранспортных системах. Для решения этой задачи наиболее перспективным является метод волны давления, которая образуется в трубопроводе при образовании утечки. Этот метод может быть реализован только с использованием датчиков давления с высокой разрешающей способностью. В настоящее время с целью обнаружения мест утечек газа используются импортные датчики давления с недостаточной чувствительностью для уверенной и точной локализации места утечки, а также с аналоговым выходным сигналом, требующим дополнительной оцифровки. Рассмотрена возможность использования с этой целью высокочувствительных цифровых пьезорезонансных кварцевых датчиков давления отечественного производства. Приведены данные об имеющемся опыте авторов разработки и организации серийного производства прецизионных датчиков гиростатического и воздушного давления с разрешающей способностью 0,002–0,008% ВПИ. В статье приводятся результаты исследования порогов чувствительности макетов датчиков давления с ВПИ 6 и 40 МПа, полученные путем задания наименьших приращений давления с целью оценки реакции показаний датчиков на эти приращения. На макете датчика давления газа с ВПИ 25 МПа экспериментально показана высокая разрешающая способность на разных участках диапазона измерений в диапазоне рабочих температур. Применение цифровых пьезорезонансных кварцевых датчиков давления отечественного производства для поиска утечек из трубопровода позволит повысить чувствительность систем контроля целостности трубопроводов и обеспечить импортозамещение с целью экономической независимости в стратегических сферах экономики.*

**Ключевые слова:** пьезорезонансный датчик давления, цифровой датчик давления, порог чувствительности, метод волны давления.

---

**А. Н. Драчев<sup>1</sup>, В. М. Балашов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ОАО «Центральное научно-производственное объединение «Ленинец»», <sup>2</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

# **АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТРАЖАТЕЛЯ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ С ПОМОЩЬЮ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ**

---

*Приведены результаты измерений отражателя зеркальной антенны, входящей в состав радиолокационного комплекса «Атлантика». Для контроля полученных результатов предлагается использовать статистические методы, такие как контрольные карты (средних арифметических и размахов) и гистограмма. Рассмотрено влияние различных типов технологических дефектов на вид гистограммы и контрольных карт, проанализированы причины их возникновения и приведены рекомендации по устранению. Приведена программа для расчета гистограмм и контрольных карт в среде Mathcad. Сделаны выводы о необходимости применения предложенной методики для контроля изготовления отражателей зеркальных антенн.*

**Ключевые слова:** зеркальная антенна, статистический контроль, контрольные карты, измерительный манипулятор.

---

**В. Ш. Сулаберидзе<sup>1</sup>, В. А. Михеев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП)

# **УТОЧНЕНИЕ КАЛИБРОВКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ В ИЗДЕЛИЯХ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ**

---

*Целью данной работы является повышение точности калибровки измерителя теплопроводности в исследованиях композиционных материалов на основе полимеров с минеральными наполнителями, предназначенные для теплопроводящих диэлектрических покрытий в изделиях электронной техники. В работе показано влияние результатов калибровки на смещение результата измерения относительно значения измеряемой величины. Предлагается способ проведения калибровки на нескольких образцах, теплопроводность которых находится в различных точках предполагаемого диапазона теплопроводности исследуемых образцов, что позволит уточнить калибровочные коэффициенты для проведения исследований теплопроводности в необходимом диапазоне. Для этих же целей предлагается применение комбинированных образцов, состоящих из двух частей с различающимися и известными теплопроводностями. В целях проверки адекватности модели комбинированного образца были проведены оценочные расчеты (в программе ELCUT) и экспериментальные исследования на двухкомпонентных цилиндрических образцах. Приведена оценка погрешности и неопределенности измерений.*

**Ключевые слова:** теплопроводность, измеритель, калибровка, стандартный образец, комбинированный образец, погрешность результата, неопределенность измерений.

---

**А. О. Смирнов<sup>1</sup>, А. В. Чабаненко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП)

# **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РЭА**

---

*Текущее развитие промышленного кластера производства радиоэлектронной аппаратуры предполагает наращивание темпов в процессах подготовки, организации создания и реализации инновационной продукции, внедрения ресурсосберегающих технологий и эффективных процедур управления производственными процессами. С развитием радиоэлектронной индустрии, которое в наше время протекает крайне бурно, в особенности быстро обновляется элементная основа, имеющая явную тенденцию к миниатюризации. Миниатюрность и доступность электронных компонентов и комплектующих привела к видимому оживлению такой деятельности, как исследование новейших электронных приборов. Это требует производства конструктивных элементов сложных форм, требующего помощи аддитивных технологий, при использовании которых необходимо делать акцент на управлении качеством производимых деталей.*

**Ключевые слова:** производственные процессы, технический уровень, производственные мощности, радиоэлектронная аппаратура, полимеры, качество.

---



**Г. Г. Бундин<sup>1</sup>, В. И. Ищук<sup>2</sup>, С. А. Мочалов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»», <sup>2</sup> Научно-исследовательский центр авиационной техники и вооружения ЦНИИ ВВС МО РФ

# **ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНО- АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ МОРСКОЙ АВИАЦИИ ВМФ**

---

*Предложены концептуальные принципы построения перспективного комплекса бортового оборудования для авиационных комплексов морской авиации, основой которых является принцип «базовости», обеспечивающий создание общего ядра комплекса бортового КБО с возможностью формирования на его основе различных модификаций оборудования. Показана возможность экономии финансовых средств, т.е. сокращения расходов на создание перспективных образцов различных типов авиационных комплексов путем замены, в зависимости от выполняемых комплексом задач, отдельных сменных модулей, имеющих стоимость, значительно меньшую, чем стоимость базового оборудования, которое может оставаться неизменным, а следовательно, не требуется дополнительных затрат на его изготовление. Показана необходимость корректировки правил выполнения НИОКР по перспективным образцам КБО для ЛА морской авиации в части решения проблем унификации и интеграции бортовой авионики, а также уменьшения ее стоимости.*

**Ключевые слова:** БРЭО, модульность, открытая архитектура, унификация и стандартизация систем, комплекс бортового оборудования, морская патрульная авиация.

---

## ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ

К рассмотрению принимаются нигде не опубликованные ранее рукописи статей с оригинальными результатами теоретических и экспериментальных исследований в области радиоэлектроники. Максимальный объем статьи – 23 000 печатных знаков (с пробелами), включая формулы, иллюстрации, таблицы.

Обязательными являются следующие элементы статьи:

- **Тематическая рубрика журнала**, к которой должна быть отнесена статья.
- **Индекс УДК**.
- **Название статьи**, максимально конкретное и информативное, на русском и английском языках.
- **Ф.И.О. всех авторов** (полностью) на русском и английском языках.
- **Информация об авторах** на русском и английском языках: регалии; место работы (полное и сокращенное название организации, почтовый адрес с указанием города и почтового индекса), должность; электронный адрес; телефон. Если авторов несколько, то информация должна быть представлена по каждому из них.
- **Аннотация статьи** на русском и английском языках. В аннотации подчеркивается новизна и актуальность темы (без повтора заглавия статьи в тексте аннотации). Аннотация статьи должна быть информативной и подробной, описывать методы и главные результаты исследования. Из аннотации должно быть ясно, какие вопросы поставлены для исследования и какие ответы на них получены. Предпочтительна структура аннотации, повторяющая структуру статьи и включающая введение, цели и задачи, методы, результаты/обсуждение, заключение/выводы. Объем аннотации составляет 100–200 слов.
- **Ключевые слова** на русском и английском языках. Должны отражать основное содержание статьи, но, по возможности, не повторять ее название. Рекомендуемый объем – 3–6 слов или коротких словосочетаний.
- **Основной текст статьи**. Следует соблюдать единообразие терминов, а также единообразие в обозначениях, системах единиц измерения, номенклатуре. Следует избегать излишних сокращений, кроме общеупотребительных. Если сокращения все-таки используются, то они должны быть расшифрованы в тексте при первом упоминании.
- **Список литературы**, на русском и английском языках. Должен в достаточной мере отражать современное состояние исследуемой области и не быть избыточным. Должен содержать ссылки на доступные источники. Не цитируются тезисы, учебники, учебные пособия, диссертации без депонирования. Допустимый объем самцитирования автора не более 20% от источников в списке литературы.
- **Список иллюстраций** должен располагаться в конце статьи и содержать названия статей и подписи, размещенные на рисунке.

### Правила оформления статей

Материалы статьи представляются для публикации в электронном виде.

В состав электронной версии статьи должны входить текстовая часть в формате MS Word (формулы в MathType), а также иллюстрации в виде отдельных графических файлов (каждый файл должен содержать один рисунок).

Статья представляется в итоговом варианте, т.е. не предполагает существенных авторских изменений и дополнений, а также не содержит исправлений, отображаемых на полях или в тексте работы.

Английский блок должен включать (в указанном порядке): заголовок статьи, Ф.И.О. всех авторов, аннотацию, ключевые слова, список литературы в романском алфавите.

### Графический материал

Все иллюстрации должны быть черно-белыми.

Иллюстрации для каждой статьи должны находиться в отдельной папке с названием статьи; название файла должно включать номер рисунка. Каждый файл должен содержать только один рисунок.

Параметры иллюстраций:

- форматы \*.tif или \*.eps;
- цветовая модель Grayscale (Black 95%), разрешение 300 dpi при 100%-ной величине;
- цветовая модель Bitmap, разрешение не ниже 600 dpi;
- толщины линий не менее 0,5 point;
- не следует использовать точечные закрашки в программах работы с векторной графикой, таких как Noise, Black&white noise, Top noise;
- не следует добавлять сетку или серый фон на задний план графиков и схем;
- желательно иллюстрации предоставлять в двух вариантах (первый – со всеми надписями и обозначениями, второй – без текста и обозначений);
- все надписи на рисунках и названия рисунков обязательно (!) должны быть набраны текстом и располагаться на отдельной странице в текстовой части статьи.

### Текст статьи

Текст должен быть в формате MS Word; набран через двойной интервал; шрифтом Times New Roman, размер шрифта – 12 пунктов.

Не следует вводить больше одного пробела подряд (в том числе при нумерации формул). Используйте абзацный отступ и табуляцию.

Подзаголовки должны быть без нумерации.

Таблицы представляются в формате MS Word. Их следует располагать в тексте непосредственно после ссылки на таблицу.

В тексте статьи должны быть ссылки на все рисунки и таблицы. Если в статье один рисунок и/или таблица, номер не ставится. Рисунки с цифро-буквенной нумерацией обозначаются в тексте без запятой и пробела (например, рис. 1а).

В шапке таблицы пустых ячеек быть не должно.

В таблице не должно быть графы с порядковым номером. Если нумерация строк необходима, то порядковый номер указывается непосредственно перед текстом.

При отсутствии данных в ячейках должны быть прочерки (т.е. пустых ячеек быть не должно).

Подписи к рисункам должны содержать расшифровку всех обозначений, использованных на рисунке.

На отдельном листе в конце статьи должны быть набраны названия рисунков с подписями, а также текст, размещенный на рисунках.

### Формулы и буквенные обозначения

Все формулы должны быть набраны только (!) в математическом редакторе MathType с настройками строго (!) по умолчанию. Не допускается набор из составных элементов (часть – текст, часть – математический редактор). Не допускается также вставка формул в виде изображений. Формулы располагают по месту в тексте статьи.

По возможности следует избегать «многоэтажных» формул. В частности, в сложных формулах экспоненту рекомендуется представлять как «exp».

Дроби предпочтительно располагать отдельной строкой, числитель от знаменателя отделять горизонтальной чертой.

В десятичных дробях для отделения целой части используется запятая (например, 10,5).

В качестве знака умножения используется символ точка ( $\cdot$ ), при переносе формулы в качестве знака умножения следует использовать символ крест ( $\times$ ).

Знак умножения в формулах ставится только (!) перед цифрой и между дробями.

В формулах и тексте скалярные величины, обозначаемые латинскими буквами, набираются курсивом, обозначаемые греческими буквами – прямым шрифтом. Для обозначения векторных величин используется прямой полужирный шрифт, стрелка сверху не ставится.

Одиночные буквы или символы, одиночные переменные или обозначения, у которых есть только верхний или только нижний индекс, единицы измерения и цифры в тексте, а также простые математические и химические формулы следует набирать в текстовом режиме без использования внедренных рамок (т.е. без использования математических редакторов).

Слова «минус» и «плюс» перед цифрами обозначаются знаками (например, +4; –6).

### Размерности

Размерности отделяются от числа пробелом, кроме градусов, процентов, промилле.

Для сложных размерностей допускается использование как отрицательных степеней, так и скобок. Главное условие – соблюдение единообразия написания одинаковых размерностей по всему тексту и в иллюстрациях.

При перечислении, а также в числовых интервалах размерность приводится только после последнего числа (например, 18–20 кг), за исключением угловых градусов.

Числовой диапазон оформляется коротким тире без пробелов (например, 18–20).

Размерности переменных пишутся после их обозначений через запятую, а не в скобках.

### Список литературы

В журналах принимается Ванкуверская система цитирования – последовательный численный стиль: ссылки нумеруются по ходу их упоминания в тексте, таблицах и рисунках. Единый список литературы оформляется также в порядке упоминания в тексте.

На все работы, включенные в список литературы, должна быть ссылка в тексте.

Допустимый объем самоцитирования автора не более 20% от источников в списке литературы.

Не цитируются:

- тезисы, учебники, учебные пособия;
- диссертации без депонирования.

Единый список литературы на русском языке размещают в конце текста статьи и озаглавливают «Список литературы».

Единый список литературы в романском алфавите (латинице) размещают в англоязычном блоке после ключевых слов (Keywords) и озаглавливают References.

В тексте статьи ссылки приводят квадратных скобках: [1–5] или [1, 3, 5].

Источники приводят на языке оригинала. Русские – на русском, англоязычные – на английском.

Пример оформления статьи из периодического издания:

Таран П.П., Иванов А.А. Глобализация и трудовая миграция: необходимость политики, основанной на правах человека // Век глобализации. 2010. № 1. С. 66–88.

Пример оформления книги:

Костылева Л.В. Неравенство населения России: тенденции, факторы, регулирование. М.: ИСЭРТ РАН, 2011. 200 с.

Пример оформления электронного источника:

Костылева Л.В. Неравенство населения России: тенденции, факторы, регулирование [Электронный ресурс]. М., 2011. 30 с. Адрес доступа: <http://elsevierscience.ru/>

### Подписи к рисункам

На отдельном листе должны быть набраны (в порядке упоминания в тексте) порядковый номер рисунка, его название, а также все надписи, расположенные на рисунке. Подписи к рисункам должны содержать расшифровку всех обозначений, использованных на рисунке.

### Комплект предоставляемых материалов

Комплект материалов рукописи статьи должен включать электронную версию статьи; иллюстрации в виде отдельных графических файлов; акт экспертизы.

Материалы следует присылать на электронную почту [publish@instel.ru](mailto:publish@instel.ru).

## RULES FOR SUBMITTING ARTICLES

Accepted for consideration manuscript with original results of theoretical and experimental research in the field of electronics with no publishing record. The maximum amount of 23000 articles printed characters (with spaces), including formulas, illustrations, tables.

The mandatory elements of the articles are the following:

- Thematic heading of magazine to which article should be carried
- Index of the universal decimal classification.
- The name of article, at the most specific and informative, in Russian and English languages.
- The information on authors, in Russian and English languages: regalia; place of job (the full and shorthand name of the organization, the post address with the indication of city and the postal index), a position; the electronic address; phone. If there're few authors then the information should be presented on each of them.
- The summary of article in Russian and English languages. Novelty and a urgency of subject matter (without repetition of the title of article in the text of the summary) should be emphasized in the summary. The summary of article have to be informative and detailed, describe methods and the main results of research. The summary has to cover what questions are put for research and the answers to them are received. The structure of the summary has to repeat structure of article and including introduction, objectives and problems, methods, results/discussions, the conclusion/conclusions is preferential. The volume of the summary makes 100–200 words.
- Key words in Russian and English languages. Should reflect the main content of the article, but if possible not to repeat its name. The recommended amount – 3–6 words or short phrases.
- The main text of the article. The uniformity of terms should be observed as well as uniformity in the notation, systems of units, nomenclature. Avoid unnecessary abbreviations commonly used in addition. If the abridgement is still used then it must be transcribed in the text at the first mention.
- References in English and Russian languages. Must adequately reflect the current state of the study area and not be excessive. Must contain references to available sources. Not quoted theses, textbooks, manuals, thesis without deposit. The allowable amount of self-citation of the author should not exceed 20% of the sources in the bibliography.
- The list of illustrations should be placed down in the end of article and contain names of articles and the signatures placed in picture.

### Formalized rules for articles

Materials of the Articles are submitted for publication in electronic form.

The electronic version of the paper should include the text portion in MS Word format (formulas in Math-Type), as well as illustrations as separate image files (each file should contain one figure).

The article appears in the final version and copyright does not involve significant changes and additions, as well as does not include patches that are displayed in the fields or in the text of the work.

English unit should include (in indicated order): title of the article, name all authors, abstract, keywords, references in the Roman alphabet.

### Graphical material

All illustrations should be in black and white.

Illustrations for each article must be in a separate folder with the title of the article; File name should include the figure number. Each file must contain only one drawing.

illustrations parameters:

- formats \*.tif or \*.eps;
- color model Grayscale (Black 95%), the resolution of 300 dpi at 100% value;
- color model Bitmap, resolution of at least 600 dpi;
- Lines's thickness of not less than 0,5 point;
- It is not necessary to use dot shadings in programs of work with vector graphics, such as Noise, Black\*white noise, Top noise
- It is not necessary to add a grid or a grey background on a background of charts and diagrams;
- it is desirable to provide the illustrations in two versions (the first – with all the inscriptions and symbols, the second – without text and symbols);
- All signs in the figures and the names of figures is obligatory (!) Should be typed in the text and placed on a separate page in the text of the article.

### The text of article

The text should be in MS Word format; typed double-spaced; font Times New Roman, font size – 12 points.

Do not enter more than one space in a row (including the numbering of formulas). Use indentation and tabs.

Subtitles should be without numbering.

Tables submitted in MS Word format. They should be placed in the text immediately following the reference to the table.

The text of the article should be a reference for all figures and tables. If an article of one figure and / or table number is not assigned. Figures alphanumeric numbering are indicated in the text without a comma and a space (for example, Fig. 1a).

In the header of the table empty cells should not be.

The table should not have graphs with a serial number. If line numbering is needed, the serial number is indicated immediately before the text.

In the absence of data in the cells must be dashes (empty cells should not be).

Captions should include decoding of symbols used in the figure.

On a separate sheet at the end of the article should be typed in the names of images with captions, and also the text that appears in the figures.

### Formulas and letter designations

All formulas should be typed only (!) In MathType mathematical editor. Not allowed set of constituents (Part – text part – mathematical editor). There can be no insert formulas in the form of images. Formula for a place in the text.

If possible, avoid «multi-storey» formulas. In particular, complex formulas recommended exponent of as «exp».

Fractions are preferably arranged separately, the numerator by the denominator separated by a horizontal line.

In decimal fractions to separate the integer part of a comma (eg 10,5).

As a sign of multiplication using the dot (·), when transferring the formula should use the cross symbol (×) as a multiplication sign.

The multiplication sign in the formulas is put only (!) before a figure between fractions.

In the formulas and text scalar quantities, denoted by Latin letters, italicized, denoted by Greek letters – font. To indicate vector quantities used straight bold, arrow at the top is not put.

Single letters or symbols, single variables or symbols that have only the upper or only the lower the index, units, and figures in the text, as well as simple mathematical and chemical formulas should be typed in text mode without the use of embedded frames (ie, without the use of Mathematical editors).

The words «minus» and «plus» to the numbers indicated by signs (eg 4, –6).

### Dimensions

Dimensions are separated from the number by a space, except degrees, percent, per mille.

For complex dimensions allowed as the negative powers, and parentheses. The main condition – that the consistency of writing the same dimensions throughout the text and illustrations.

In the listing, as well as the dimension of the numerical ranges given only after the last day (e.g. 18–20 kg) except angular degrees.

A numeric range is made short dash without spaces (for example, 18–20).

The dimensions of the variables are written after the notation, separated by commas, but not in parentheses.

### Bibliography

The magazines use the Vancouver citation system – consistent numerical style: links are numbered in the course of their appearance in the text, tables and figures. A single list of references is also executed in the order mentioned in the text.

All work included in the list of references should be referenced in the text.

The allowable amount of self-citation is not the author of more than 20% of the sources in the bibliography.

Do not quoted:

- theses, textbooks, teaching aids;
- dissertation without deposit.

A unified list of literature in Russian is placed at the end of the text and the headline «References».

A unified list of references in the Roman alphabet (Roman alphabet) are placed in an English-speaking unit after keywords (CET Keywords) and headline References.

The text of the article links lead brackets: [1–5] or [1, 3, 5].

Sources of lead in the original language. Russian – Russian, English language – English.

A sample of articles from periodicals:

Taran P. P., Ivanov A. A. Globalization and labor migration: the need for a policy based on human rights // Century of Globalization. 2010. № 1. pages 66–88.

### Formalizing example for the book

Kostyleva L. V. Inequality of the Russian population: trends, factors that regulation. M.: ISERT RAS, 2011. 200 p.

Example of electronic sources:

Kostyleva L. V. Inequality population of Russia: tendencies, factors, regulation [electronic resource]. M., 2011. 30 p. Access Location: <http://elsevierscience.ru/>

### Signatures to pictures

On a separate sheet should be typed (in order of appearance in the text) the serial number of the picture, its name, as well as all the inscriptions located in the picture. Captions should include decoding of symbols used in the figure.

### The complete set of provided materials

The complete set of materials of the manuscript of article should include the electronic version of article; illustrations in the form of separate graphic files; the certificate of examination.

Materials should be sent by e-mail [publish@instel.ru](mailto:publish@instel.ru).

