СПЕЦВЫПУСК
NANOINDUSTRY
НАНОИНДУСТРИЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
СПЕЦВЫПУСК 96 2020
На двух языках
ISSN 1993-8578
ISSN 2687-0282 (online)
DOI: 10.22184/1993-8578.2020.13.3S

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА-2019

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ
«Микроэлектроника-2019»

Часть I

5-я Международная научная конференция
«Электронная компонентная база
и микроэлектронные модули»
Сборник докладов

Республика Крым,
г. Алушта, 30 сентября – 05 октября 2019 г.

ТЕХНОСФЕРА

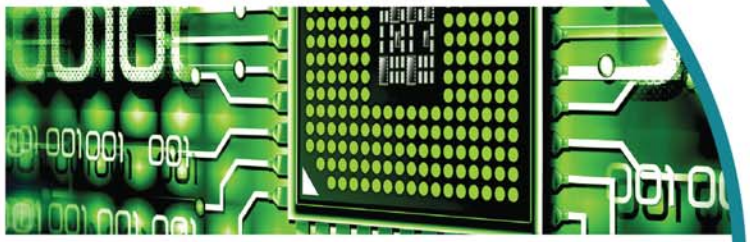
НИИМЭ
НИИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

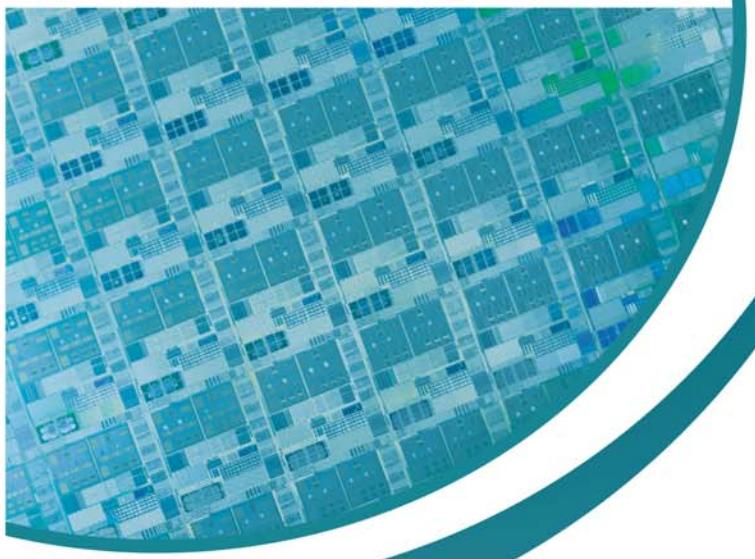
В 2016 году НИИМЭ постановлением Правительства РФ было определено головным предприятием приоритетного технологического направления по электронным технологиям РФ. В этом статусе НИИМЭ осуществляет координацию деятельности научных и производственных учреждений микроэлектронной отрасли РФ по разработке и применению отечественной элементной базы в электронных изделиях российского производства.

АО «НИИМЭ» – это:

- фундаментальные исследования в области наноэлектроники
- разработка технологических процессов
- разработка микросхем и микроэлектронных модулей

Научно-исследовательскими работами в НИИМЭ занимаются более 450 специалистов, в том числе 55 кандидатов наук, 17 докторов наук и 2 члена-корреспондента РАН под руководством академика Г.Я. Красникова – руководителя Приоритетного технологического направления «Электронные технологии» РФ, члена Президиума РАН, академика-секретаря Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН





124460, Россия, Москва, Зеленоград,
1-й Западный проезд, 12, стр. 1
тел.: +7 (495) 229–77–73
niime@niime.ru
www.niime.ru

Концерн ВКО

Алмаз - Антей

Мирное небо — наша профессия!

Концерн ВКО
Алмаз - Антей

Концерн создан в 2002 году, когда по указу президента Российской Федерации и постановлению правительства Российской Федерации в АО «Концерн ПВО «Алмаз – Антей» были объединены 46 предприятий: заводов, научно-производственных объединений, конструкторских бюро и научно-исследовательских институтов, которые занимались разработкой и производством зенитных ракетных комплексов малой, средней и большой дальности действия, основных типов средств радиолокационной разведки и автоматизированных систем управления. Затем в 2007 году произошло укрупнение концерна, и на сегодня в его составе более шестидесяти предприятий из семнадцати регионов страны.

Концерн стал первым крупным холдингом, созданным в рамках Федеральной целевой программы «Реформирование и развитие оборонно-промышленного комплекса (2002–2006 годы)». На его долю выпала функция первопроходца в решении проблем формирования акционерного капитала и корпоративной системы управления.

При осуществлении самостоятельной внешнеторговой деятельности концерн обладает правом на производство следующих видов работ и оказание услуг при эксплуатации ранее поставленной продукции военного назначения:

- поставка запасных частей, агрегатов, узлов, приборов, комплектующих изделий, специального, учебного и вспомогательного имущества, технической документации к ранее поставленной продукции военного назначения;
- проведение работ по освидетельствованию, эталонированию, продлению срока эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту (в том числе с модернизацией, предполагающей проведение НИОКР), утилизации и других работ, обеспечивающих комплексное сервисное обслуживание ранее поставленной продукции военного назначения;
- обучение иностранных специалистов проведению указанных выше работ;
- участие в создании совместных с иностранными заказчиками предприятий (организаций), занимающихся техническим обслуживанием, ремонтом и уничтожением (утилизацией) продукции военного назначения, создание и дооборудование на территории иностранных государств объектов, обеспечивающих комплексное сервисное обслуживание поставленной продукции военного назначения.

www.almaz–antey.ru

Акционерное общество «Концерн воздушно–космической обороны «Алмаз – Антей»

Российская Федерация, 121471, г. Москва, ул. Верейская, д. 41
тел. +7 (495) 276 29 80, факс +7 (495) 276 29 81
e-mail: antey@almaz–antey.ru

IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Plenary reports 9 **Пленарные доклады**

Prospects of development and requirements for radar systems components — *A. I. Sinani*
9 Перспективы развития и требования к компонентной базе радиолокационных систем — *А. И. Синани*

Navigationally connected VLSIs and modules 12 **Навигационно-связные СБИС и модули**

Tasks of practical implementation of local navigation systems — *I. L. Korneev, V. V. Egorov*
12 Задачи практического применения локальных систем навигации — *И. Л. Корнеев, В. В. Егоров*

Design principles of geodetic grade GNSS receiver based on MC149.01 module — *M. Yu. Klimenko, S. V. Landyshev*
18 Принципы построения геодезического навигационного приемника на базе модуля MC149.01 — *М. Ю. Клименко, С. В. Ландышев*

VLSI of digital processor for generating and processing noise-like signals used in communication systems based on NeuroMatrix® NMC3 processor core — *D. E. Kosorukov, V. Yu. Zaletov, V. V. Sevrukov, V. V. Gordeev, A. A. Komlev*
21 СБИС цифрового процессора для формирования и обработки шумоподобных сигналов в системах связи на базе ядра NMC3 — *Д. Е. Косоруков, В. Ю. Залетов, В. В. Севрюков, В. В. Гордеев, А. А. Комлев*

Methodology of building radio channels with noise-like signals to control an unmanned aerial vehicle — *A. R. Popov*
28 Методология построения каналов радиосвязи с шумоподобными сигналами для управления беспилотным летательным аппаратом — *А. Р. Попов*

High-performance computation systems 31 **Высокопроизводительные вычислительные системы**

Practice of using sockets for test benches and sorting processors — *A. A. Vinogradov, A. S. Vorobiev, A. S. Gladkikh*
31 Практика применения сокетов для стендов тестирования и разбраковки процессоров — *А. А. Виноградов, А. С. Воробьев, А. С. Гладких*

Analysis of technologies for manufacturing a multi-core processor package — *A. S. Vorobiev*
40 Анализ технологий для изготовления корпуса многоядерного процессора — *А. С. Воробьев*

Increasing the reliability of a die power distribution network — *V. S. Generalov, E. A. Krasnuykov*
45 Повышение устойчивости распределенной системы питания кристалла — *В. С. Генералов, Е. А. Краснюков*

Description and hardware error handling in CAN 2.0 — *V. R. Dzhafarov*
50 Описание и аппаратная обработка ошибок в интерфейсе CAN версии 2.0 — *В. Р. Джафаров*

Выпускается при содействии Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. Журнал включен в Российский индекс научного цитирования, в базу RSCI на платформе Web of Science и в Перечень ВАК (с 18.03.2016)

Редакционный совет:
И.БЕЛЯЕВ, Ю.БОРИСОВ, С.БУЛЯРСКИЙ, В.БЫКОВ, П.ВЕРНИК, В.КАНЕВСКИЙ, А.ЛАТЫШЕВ, В.ЛУКИЧЕВ, В.ЛУЧИНИН, П.МАЛЬЦЕВ, Ю.ПАРХОМЕНКО, А.РЕЗНЕВ, А.САУРОВ (гл. ред.), А.СИГОВ, В.ТЕЛЕЦ, П.ТОДУА, Ю.ЧАПЛЫГИН, И.ЯМИНСКИЙ

Главный редактор: **А.САУРОВ**
Зам. главного редактора: **А.АЛЕШИН**
Отв. секретарь: **Э.ГАЗИНА** *journal@electronics.ru*
Компьютерная верстка: **ИП Р.АВТУШЕНКО**
Дизайн: **Н.СЕМЯЧКИНА**

Отдел рекламы:
А.ЦАПЛИН *ats71@mail.ru*
О.ЛАВРЕНТЬЕВА *nano@technosphera.ru*
Сбыт: **А.МЕТЛОВ** *sales@electronics.ru*
Подписка: **Е.ЗАЙКОВА** *magazine@technosphera.ru*

Учредитель: АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА»
Генеральный директор: **О.КАЗАНЦЕВА**
НАНОИНДУСТРИЯ ©
Перерегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 7.09.2017 ПИ № ФС77-70992

Журнал издается 8 раз в год с 2012 года
Тираж спецвыпуска 150 экз. Цена договорная
Подписано в печать 15.06.2020, заказ № Т-96

© При перепечатке ссылка на журнал «НАНОИНДУСТРИЯ» обязательна.

Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.
Рукописи рецензируются, но не возвращаются.
За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного электронного оригинал-макета в типографии АО «Т 8 Издательские Технологии» 109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42

АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА»
Адрес редакции:
ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 2
Для писем: 125319, Москва, а/я 91
Тел.: +7 (495) 234-0110 доб. 183
Факс: +7 (495) 956-3346
E-mail: journal@electronics.ru
Internet http://www.nanoindustry.su
http://elibrary.ru
www.e.lanbook.ru

ТЕХНОСФЕРА
рекламно-издательский центр

IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Специальный выпуск
Международный форум
«Микроэлектроника-2019»
5-я Международная научная конференция
«Электронная компонентная база
и микроэлектронные модули».
Сборник докладов. Часть I
Республика Крым, г. Алушта, 30 сентября –
5 октября 2019 г.

Почетный президент Форума
«Микроэлектроника – ЭКБ и электронные
модули» – руководитель Межведомственного
совета главных конструкторов по электронной
компонентной базе РФ, академик РАН,
доктор технических наук, профессор
Г.Я. Красников

Сопредседатели оргкомитета Форума:
А.Л. Савченко, сопредседатель Оргкомитета
Международного Форума «Микроэлектроника-2019»,
временный генеральный директор
АО «НИИМА «Прогресс»,
К.Ю. Борисов, сопредседатель Оргкомитета
Международного Форума «Микроэлектроника-2019»,
директор по стратегическому развитию
АО «НИИМА «Прогресс»

Заместители председателя оргкомитета Форума:
А.В. Григорьев (АО «НИИМА «Прогресс»)
С.Л. Фоттелер (АО «НИИМА «Прогресс»)

Оргкомитет Форума выражает благодарность
Н.С. Савищеву (АО «НИИМА «Прогресс»)
и Д.А. Шевелевой (АО «НИИМА «Прогресс»)
за большую помощь в подготовке к выпуску
настоящего издания

АО «НИИМА «Прогресс»
125183, г. Москва, проезд Черепановых, д. 54
Тел.: +7 (499) 153-0311, 153-0131
Факс: +7 (499) 153-0161
info@mri-progress.ru
niima@mri-progress.ru

АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА»
Ответственный за выпуск С.А. Орлов

Оператор Форума:
Компания «ПрофКонференции»
107392, Россия, Москва, Зельев переулок, д. 11
Телефон/факс: +7 (495) 641-57-17
info@microelectronica.pro

За достоверность и полноту сведений, изложенных
в публикациях, за качество иллюстраций, за точность
библиографии, а также информации по цитируемой
литературе несут ответственность авторы статей.

Storage systems depending on original computer platform
A. G. Zuev
S. S. Makhov
55 Системы хранения данных с учетом аппаратно-программной платформы
А. Г. Зуев
С. С. Махов

Testing servers for control system applications based on original hardware platform
I. N. Bychkov
I. A. Molchanov
60 Тестирование серверов на основе оригинальной платформы с учетом применения в системах управления
И. Н. Бычков
И. А. Молчанов

Packet switching devices for computing systems clustering
A. V. Rutkevich
S. A. Plotko
A. M. Mikhailov
65 Устройства пакетной коммутации для кластеризации вычислительных систем
А. В. Руткевич
С. А. Плотко
А. М. Михайлов

Developing cooling system for module based on multi-core processor
S. M. Sazho
V. V. Vorobushkov
A. S. Gladkikh
S. V. Senchenkov
69 Разработка системы охлаждения для модуля на основе многоядерного процессора
Ш. М. Сажо
В. В. Воробушков
А. С. Гладких
С. В. Сенченков

Operation experience of engineering subsystems in scalable emulation system
S. V. Yurlin
A. A. Ivanov
74 Применение инженерных решений распределенной системы эмуляции
С. В. Юрлин
А. А. Иванов

Information-management systems 82 **Информационно-управляющие системы**

Digital technologies in quality management of radio electronic equipment
V. B. Afanasiev
T. K. Vorobiev
V. A. Mamaev
V. M. Medvedev
K. A. Kolegov
82 Цифровые технологии в управлении качеством радиоэлектронной аппаратуры
В. Б. Афанасьев
Т. К. Воробьёв
В. А. Мамаев
В. М. Медведев
К. А. Колегов

Architectural Features and Main Characteristics of H.264 Hardware Video Codec as a Part of MCom-02 System-on-Chip
A. A. Belyaev
Ya. Ya. Petrichkovich
T. V. Solokhina
I. A. Belyaev
89 Особенности архитектуры и основные характеристики аппаратного видеокодека стандарта H.264 в составе микросхемы 1892ВМ14Я
А. А. Беляев
Я. Я. Петричкович
Т. В. Солохина
И. А. Беляев

On the issue of forming a business climate in the context of the economy digitalization
S. I. Bokov
V. L. Gladyshevsky
U. A. Pestun
97 К вопросу формирования делового климата в условиях цифровизации экономики
С. И. Боков
В. Л. Гладышевский
У. А. Пестун

Phasing and beam steering systems for phased antennas and AESA of airborne and ground-based mobile complexes
S. S. Bushkin
A. I. Sinani
101 Системы фазирования и управления лучом ФАР и АФАР бортовых и наземных мобильных комплексов
С. С. Бушкин
А. И. Синани

IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Automated program documentation generation system — 106 — Автоматизированная система генерации программной документации
M. I. Gerus / *М. И. Герус*
P. N. Mironov / *П. Н. Миронов*

Automating the operation of complex radio information systems based on the prediction of the product functional systems technical condition — 111 — Автоматизация эксплуатации сложных радиоинформационных комплексов на основе прогнозирования технического состояния функциональных систем изделия
A. V. Osipov / *А. В. Осипов*
S. S. Matveeva / *С. С. Матвеева*
A. Yu. Perlov / *А. Ю. Перлов*

An unified reconfigurable commutation scheme of FFT — 114 — Унифицированная реконфигурируемая схема коммутации БПФ
P. S. Poperechny / *П. С. Поперечный*
I. Yu. Poperechnaya / *И. Ю. Поперечная*

Domestic VLSI of interfaces multicontroller for information and control systems of wide profile — 119 — Отечественная СБИС мультиконтроллера интерфейсов для информационно-управляющих систем широкого профиля
G. O. Chumachenko / *Г. О. Чумаченко*
M. O. Chelyshev / *М. О. Челышев*
A. O. Chelyshev / *А. О. Челышев*
L. A. Schigorev / *Л. А. Щигорев*
E. S. Vorontsov / *Е. С. Воронцов*

Russian hardware and software solution for analyzing the emotional state of people for modern smart ecosystems — 125 — Российское программно-аппаратное решение распознавания эмоционального состояния людей для интеллектуальных экосистем
A. V. Leontyev / *А. В. Леонтьев*
A. V. Shershakov / *А. В. Шершаков*
E. S. Yanakova / *Е. С. Янакова*

Techologies and micro- and nanoelectronics components — **129** — **Технологии и компоненты микро- и наноэлектроники**

Using surface properties of materials in microelectronics — 129 — Использование поверхностных свойств материалов в микроэлектронике
V. P. Bokarev / *В. П. Бокарев*
G. Ya. Krasnikov / *Г. Я. Красников*
E. S. Gornev / *Е. С. Горнев*

High-voltage normally-off GaN/AlGaN heterostructure transistor with p-type gate — 133 — GaN/AlGaN гетероструктурный транзистор нормально-закрытого типа с p-затвором для высоковольтных приборов
V. I. Egorkin / *В. И. Егоркин*
A. A. Zaytsev / *А. А. Зайцев*
V. E. Zemlyakov / *В. Е. Земляков*
V. V. Kapaev / *В. В. Капаев*
O. B. Kukhtyaeva / *О. Б. Кухтяева*

Designing a microelectronic analog ECB with improved performance within the synergetic paradigm — 137 — Проектирование микроэлектронной аналоговой ЭКБ с улучшенными характеристиками в рамках синергетической парадигмы
A. A. Lebedev / *А. А. Лебедев*
A. S. Budyakov / *А. С. Будяков*
E. M. Savchenko / *Е. М. Савченко*

Свежий номер журнала Вы можете приобрести:

Москва:
В редакции журнала «НАНОИНДУСТРИЯ»
г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 2
Санкт-Петербург:
Пред-во «Золотой Шар ТМ»,
Невский пр-т, д. 44, 5-й этаж, офис 6,
т. (812) 325-7544, 117-6862, 110-4366,
root@zolshar.spb.ru
Екатеринбург:
Пред-во «Золотой Шар ТМ»,
ул. Народной воли, д. 25,
т. (343) 212-1810, 212-1331, ф. (343) 212-2314,
zolshar@online.ural.ru, ekp@front.ru
Новосибирск:
Пред-во «Золотой Шар ТМ»,
пр-т К. Маркса, д. 57, офис 708,
т. (3832) 46-2473, ф. (3832) 27-6380, nbzsh@mail.ru
Минск:
Пред-во «Золотой Шар ТМ», пл. Казинца, д. 3,
офис 456, т. (10-375-172) 78-0914,
zolshar@integral.minsk.by
Ижевск:
Пред-во «Золотой Шар ТМ»,
ул. Софьи Ковалевской, д. 4а, офис 4,
т. (3412) 42-5241, т./ф. (3412) 42-5472,
office@zolshar.izhnet.ru

Подписка

- по каталогу «Газеты и журналы» агентства «Роспечать», индексы:
  80939 – полугодовой индекс
  48508 – годовой индекс
- АО «МК-Периодика»
- ГК «Урал-Пресс»
- ООО «Информнаука» – зарубежная подписка
- в редакции журнала
  по тел.: +7 (495) 234-0110
  e-mail: magazine@technosphera.ru

Подписаться на электронную версию на сайтах:
www.nanoindustry.su, elibrary.ru, www.e.lanbook.ru

Foreign subscriptions are accepted

- by the Agency "Mezhdunarodnaya Kniga".
  Phone: (007 495) 238-4967, Fax: (007 495) 238–4634
  or by companies cooperating with Mezhkniga
- by the "Rospechat" agency catalogue "Russian Newspapers & Magazines – 2005",
  Phone: (007 495) 195-6677, 195-6418,
  Fax: (007 495) 195-1431, 785-1470,
  E-mail: ovs@rosp.ru, http://www.rosp.ru

Наши представители в Германии

REC Russland Experten Consulting GmbH
Olgastrase 82 89073 Ulm
T +(49) 731 145 344 94
M +(49) 151 156 820 18
n.wenzel@russland-experten.com
www.russland-experten.com

IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Simulating Thermoelectric Generator Based on Bi_2Te_3/Sb_2Te_3 Synthesized by Electrochemical Deposition Method
V. V. Loboda
R. D. Buslaev
S. V. Dzyubanenko
E. M. Bakulin
141 Моделирование термоэлектрического генератора на основе Bi_2Te_3/Sb_2Te_3, синтезированных методом электрохимического осаждения
В. В. Лобода
Р. Д. Буслаев
С. В. Дзюбаненко
Е. М. Бакулин

Forming AlN nucleation transition layer on 3C-SiC/Si(111) virtual substrates by molecular beam epitaxy in ammonia atmosphere
S. D. Fedotov
A. V. Babaev
V. N. Statsenko
K. A. Tsarik
V. K. Nevolin
148 Формирование переходного слоя AlN на темплейтах 3C-SiC/Si(111) методом аммиачной молекулярно-лучевой эпитаксии
С. Д. Федотов
А. В. Бабаев
В. Н. Стаценко
К. А. Царик
В. К. Неволин

The effect of solid-phase recrystallization in double-implanted mode on the density of structural defects in ultrathin silicon-on-sapphire layers
N. N. Egorov
S. A. Golubkov
S. D. Fedotov
V. N. Statsenko
A. A. Romanov
V. A. Metlov
154 Влияние твердофазной рекристаллизации с двойной имплантацией на плотность структурных дефектов в ультратонких слоях кремния на сапфире
Н. Н. Егоров
С. А. Голубков
С. Д. Федотов
В. Н. Стаценко
А. А. Романов
В. А. Метлов

Micro- and optoelectronics for general and dedicated purposes
160 Изделия микро- и оптоэлектроники общего и специального назначения

A High-Temperature Instrumentation Amplifier
E. V. Balashov
N. V. Ivanov
D. B. Ahmetov
A. S. Korotkov
160 Высокотемпературный инструментальный усилитель
Е. В. Балашов
Н. В. Иванов
Д. Б. Ахметов
А. С. Коротков

Current status and development prospects for power semiconductor device engineering in Russia for the electric power converting and pulse technology
E. M. Geyfman
I. V. Grekhov
G. Yu. Kamentsev
A. Yu. Petrov
V. V. Chibirkin
164 Современное состояние и перспективы развития силового полупроводникового приборостроения в России для мощной преобразовательной и импульсной техники
Е. М. Гейфман
И. В. Грехов
Г. Ю. Каменцев
А. Ю. Петров
В. В. Чибиркин

Radiation-hardened CMOS SRAM 16Mbit 1657RY2Y
Yu. M. Gerasimov
N. G. Grigoryev
A. V. Kobylyatskiy
Ya. Ya. Petrichcovich
169 Радиационно стойкое КМОП статическое ОЗУ 16 Мбит 1657РУ2У
Ю. М. Герасимов
Н. Г. Григорьев
А. В. Кобыляцкий
Я. Я. Петричкович

Electrically one time programmable non-volatile memory in standard CMOS technology
I. V. Ermakov
A. Yu. Losevskoy
A. V. Nuykin
175 Электрически однократно программируемая энергонезависимая память на основе стандартной КМОП-технологии
И. В. Ермаков
А. Ю. Лосевской
А. В. Нуйкин

A High-Temperature Delta-Sigma ADC
A. S. Korotkov
D. V. Morozov
M. M. Pilipko
M. S. Yenuchenko
182 Высокотемпературный дельта-сигма-АЦП
А. С. Коротков
Д. В. Морозов
М. М. Пилипко
М. С. Енученко

IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Influence of a preliminary gamma ray irradiation on single event upsets in the memory devices arising at 14 MeV neutrons influence
V. P. Shukaylo
O. V. Tkachev
A. S. Kustov
K. D. Koksharova
187 Влияние предварительного облучения гамма-квантами на одиночные сбои в микросхемах памяти, возникающие при воздействии нейтронов энергии 14 МэВ
В. П. Шукайло
О. В. Ткачев
А. С. Кустов
К. Д. Кокшарова

VLSI set for building on-board spacecraft networks based on SpaceWire technology
D. V. Dymov
V. I. Enns
A. V. Enns
D. S. Kazaykin
V. V. Poleshchuk
A. S. Andreev
A. V. Leonova
190 Комплект СБИС для построения бортовых сетей SpaceWire
Д. В. Дымов
В. И. Эннс
А. В. Эннс
Д. С. Казайкин
В. В. Полещук
А. С. Андреев
А. В. Леонова

Algorithms and methods for functional control of FPGA
A. A. Ogurtsov
200 Алгоритмы и методы проведения функционального контроля ПЛИС
А. А. Огурцов

Designing and manufacturing mock-up microwave samples of circuit boards with crystals of vertical emitting lasers at a wavelength of D1 Cs (894.3 nm)
A. M. Ospennikov
A. G. Kuzmenkov
M. V. Petrenko
207 Разработка и изготовление макетных образцов СВЧ-плат с установленными кристаллами вертикально излучающих лазеров на длину волны D1 Cs (894,3 нм)
А. М. Оспенников
А. Г. Кузьменков
М. В. Петренко

Optimization of the mechanism of the requests buffering in the second-level cache memory
S. I. Aryashev
K. S. Bychkov
P. S. Zubkovsky
A. S. Podterebkov
211 Оптимизация механизма буферизации запросов в кеш-памяти второго уровня
С. И. Аряшев
К. С. Бычков
П. С. Зубковский
А. С. Подтеребков

Methods of detecting counterfeit electronic parts signs
I. P. Gorbachev
T. Yu. Korbankova
A. Ya. Koulibaba
A. A. Sashov
216 Способы обнаружения признаков контрафактной ЭКБ
И. П. Горбачев
Т. Ю. Корбанкова
А. Я. Кулибаба
А. А. Сашов

High-speed Heavy-Ion Tolerant CMOS Logic Circuit Design Features
Yu. M. Gerasimov
N. G. Grigoryev
A. V. Kobylyatskiy
Ya. Ya. Petrichcovich
D. K. Sergeev
220 Особенности проектирования сбоеустойчивых сверхбыстродействующих логических цепей КМОП СБИС СнК
Ю. М. Герасимов
Н. Г. Григорьев
А. В. Кобыляцкий
Я. Я. Петричкович
Д. К. Сергеев

Ring oscillators for standard cell certification and radiation tests for nanometer CMOS SoCs
Yu. M. Gerasimov
N. G. Grigoryev
A. V. Kobylyatskiy
Ya. Ya. Petrichcovich
D. K. Sergeev
229 Блоки кольцевых генераторов для исследования радиационных параметров и аттестации библиотек элементов нанометровых КМОП СБИС СнК
Ю. М. Герасимов
Н. Г. Григорьев
А. В. Кобыляцкий
Я. Я. Петричкович
Д. К. Сергеев

Influence of neutrons energy on single event cross section in powerful MOS transistors
V. P. Shukaylo
O. V. Tkachev
S. M. Dubrovskikh
T. V. Kupyrina
A. S. Kustov
O. A. Mingazov
237 Влияние энергии нейтронов на сечение одиночных радиационных эффектов в мощных МОП-транзисторах
В. П. Шукайло
О. В. Ткачев
С. М. Дубровских
Т. В. Купырина
А. С. Кустов
О. А. Мингазов

IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Modeling electronic components and systems 241 **Моделирование электронных компонентов и систем**

Achieving transferability of software tests for functional co-verification of System-on-Chip projects
A. V. Andrianov
241 Обеспечение переносимости тестовых сценариев для функционального контроля СБИС «система на кристалле»
А. В. Андрианов

Questions of organizing (structuring) information for knowledge management System of radio-electronic industry
V. V. Alekseev
S. I. Bokov
A. I. Kolyadin
A. A. Chuprinov
246 Вопросы организации (структурирования) информации для системы управления знаниями радиоэлектронной отрасли
В. В. Алексеев
С. И. Боков
А. И. Колядин
А. А. Чупринов

Laboratory set-up for extracting models of electronic component base and developing radio-electronic equipment
A. V. Zaitsev
A. S. Isaev
P. V. Maslov
257 Построение лаборатории для экстракции моделей ЭКБ и разработки РЭА
А. В. Зайцев
А. С. Исаев
П. В. Маслов

SoC's clock control model for analysis automation
I. S. Kolbasov
F. M. Putrya
262 Модель для автоматизации анализа системы тактирования СнК
Я. С. Колбасов
Ф. М. Путря

The fundamental parametric approach to synthesis of electronic systems
I. M. Koldaev
265 Фундаментальный параметрический подход к синтезу электронных систем
И. М. Колдаев

Specificity of developing Electronic design automation or FPGA design and verification
N. M. Malyshev
S. V. Rybkin
270 Особенность разработки САПР для проектирования и верификации конфигурации ПЛИС
Н. М. Малышев
С. В. Рыбкин

Dynamic characteristics of modern high speed synchronization systems
V. E. Martirosov
G. A. Alekseev
277 Динамические характеристики современных высокоскоростных систем синхронизации
В. Е. Мартиросов
Г. А. Алексеев

Methodological approach to assessing the technical level of domestic electronic component base
A. S. Afanasyev
S. I. Bokov
D. V. Matyukhin
S. S. Miloserdov
A. P. Studenovsky
286 Методический подход к оценке технического уровня отечественной электронной компонентной базы
А. С. Афанасьев
С. И. Боков
Д. В. Матюхин
С. С. Милосердов
А. П. Студеновский

Calculating CVC betavoltaic microbatteries using a universal TCAD model
K. O. Petrosyants
A. A. Pugachev
I. A. Kharitonov
291 Расчет ВАХ бета-вольтаических микробатарей с использованием универсальной TCAD-модели
К. О. Петросянц
А. А. Пугачёв
И. А. Харитонов

PLL Macromodelling using full schematic diagram phase detector circuits
M. M. Gourary
M. M. Zharov
L. P. Ionov
I. I. Muhin
S. G. Rusakov
I. M. Ten
S. L. Ulyanov
295 Макромоделирование схемы ФАПЧ с использованием полной принципиальной схемы фазового детектора
М. М. Гурарий
М. М. Жаров
Л. П. Ионов
И. И. Мухин
С. Г. Русаков
И. М. Тен
С. Л. Ульянов

MOSFET SPICE models with account for aging effects
I. A. Kharitonov
300 SPICE-модели МОПТ, учитывающие эффекты старения
И. А. Харитонов

IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Developing SPICE-model of MOS-Varactor 308 Разработка SPICE-модели МДП-варактора
D. S. Shipitsin *Д. С. Шипицин*
A. G. Potupchik *А. Г. Потупчик*
A. V. Shemyakin *А. В. Шемякин*

Microwave integrated circuits and modules 314 СВЧ интегральные схемы и модули

Design and technological features of creating a power amplifier based on CMOS technology with design standards of 90 nm 314 Конструктивно-технологические особенности создания усилителя мощности на основе КМОП-технологии с проектными нормами 90 нм
R. Yu. Mussenov *Р. Ю. Мусенов*
N. M. Gorshkova *Н. М. Горшкова*
T. V. Solokhina *Т. В. Солохина*
D. V. Skok *Д. В. Скок*

The main factors affecting the amplitude and phase stability of pulsed microwave power amplifiers for bipolar transistors, and methods for their compensation 318 Основные факторы, влияющие на амплитудно-фазовую стабильность импульсных СВЧ-усилителей мощности на биполярных транзисторах, и методы их компенсации
B. V. Emelianov *Б. В. Емельянов*

Developing microwave monolithic integrated millimetre wave band circuits on GaAs for new generation information and communication systems (5G) 321 Разработка СВЧ монолитных интегральных схем миллиметрового диапазона на основе GaAs для применения в современных информационно-коммуникационных системах нового поколения (5G)
E. V. Erofeev *Е. В. Ерофеев*
D. A. Shishkin *Д. А. Шишкин*
V. V. Kurikalov *В. В. Курикалов*
A. V. Kogai *А. В. Когай*
I. V. Fedin *И. В. Федин*

Research on microwave attenuators parameters taking into account the influence of structural and technological bases 325 Исследование параметров СВЧ-аттенюаторов с учетом влияния конструктивно-технологических базисов
A. D. Kalenov *А. Д. Калёнов*
V. V. Repin *В. В. Репин*
I. I. Mukhin *И. И. Мухин*

An Automatic GaAs pHEMT small-signal modeling algorithm and its implementation in an EDA 330 Алгоритм автоматического построения малосигнальной модели GaAs pHEMT-транзистора и его реализация в САПР
A. A. Kalentyev *А. А. Калентьев*
A. S. Salnikov *А. С. Сальников*
A. A. Popov *А. А. Попов*
D. V. Bilevich *Д. В. Билевич*
I. M. Dobush *И. М. Добуш*
A. E. Goryainov *А. Е. Горяинов*
T. N. Fail *Т. Н. Файль*

Design of High-Precision Microwave Quadrature Modulators and Demodulators and Research on Adjusting Dynamic Parameters Using Digital Control Possibility 337 Проектирование высокоточных СВЧ квадратурных модуляторов и демодуляторов и исследование возможности подстройки динамических параметров с помощью цифровой регулировки
I. I. Mukhin *И. И. Мухин*
R. S. Shabardin *Р. С. Шабардин*
L. V. Nedashkovskiy *Л. В. Недашковский*
D. N. Morozov *Д. Н. Морозов*

A complex of basic technological processes for the production of microwave high-power field-effect transistors based on GaN and GaAs using domestic equipment 343 Комплекс базовых технологических процессов для получения мощных полевых транзисторов и МИС СВЧ-диапазона на основе GaN и GaAs с использованием отечественного оборудования
A. N. Alexeev *А. Н. Алексеев*
S. I. Petrov *С. И. Петров*

Research on gallium nitride low-noise amplifiers at cryogenic temperatures 347 Исследование нитрид-галлиевых малошумящих усилителей при криогенных температурах
D. G. Alipa *Д. Г. Алипа*
V. V. Krasnov *В. В. Краснов*
V. M. Minnebaev *В. М. Миннебаев*
A. V. Redka *А. В. Редька*
Yu. V. Fedorov *Ю. В. Федоров*