ЕВГЕНИЙ ЛИПКИН
ПРОИЗВОДСТВО МИРОВОГО УРОВНЯ
ПУТЬ К ЭФФЕКТИВНОСТИ РОССИЙСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
АКАДЕМИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОСТЕК-СМТ
НОВИНКА
ostec
группа компаний
Реклама

CONTENT СОДЕРЖАНИЕ

COMPETENT OPINION
КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

Yu. Kapshunova
EXPERTISE FOR SOLVING UNCONVENTIONAL AND COMPLEX TASKS – THAT'S US 16

Ю. Капшунова
ЭКСПЕРТНОСТЬ В РЕШЕНИИ НЕСТАНДАРТНЫХ И СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ – ЭТО О НАС

N. Subbotina
OUR CUSTOMERS BECOME OUR PARTNERS FOR YEARS 22

Н. Субботина
НАШИ ЗАКАЗЧИКИ СТАНОВЯТСЯ НАШИМИ ПАРТНЕРАМИ НА ДОЛГИЕ ГОДЫ

COLUMN OF DEPARTMENT OF RADIO-ELECTRONIC INDUSTRY 29
КОЛОНКА ДЕПАРТАМЕНТА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

NEWS 30
НОВОСТИ

COMPANY ANNIVERSARY
ЮБИЛЕЙ КОМПАНИИ

NOT ALREADY 30, BUT ONLY 30! 36
ANNIVERSARY OF "UNIVERSAL PRIBOR"

НЕ УЖЕ 30, А ЕЩЕ ТОЛЬКО 30!
ЮБИЛЕЙ КОМПАНИИ «УНИВЕРСАЛ ПРИБОР»

EXHIBITIONS & CONFERENCES
ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

Yu. Kovalevsky, E. Kasparova
DISCUSSION SESSIONS OF EXPOELECTRONICA 2025 44
PART 2

Ю. Ковалевский, Е. Каспарова
ДИСКУССИОННЫЕ СЕССИИ ВЫСТАВКИ EXPOELECTRONICA 2025
ЧАСТЬ 2

E. Kasparova
DISCUSSION BATTLE "SHOULD WE BAN THE IMPORT OF CHINESE ELECTRONIC COMPONENTS IF THERE IS DOMESTIC PRODUCTION?" AT EXPOELECTRONICA 2025 48

Е. Каспарова
ДИСКУССИОННЫЙ БАТТЛ «НАДО ЛИ ЗАПРЕТИТЬ ВВОЗ КИТАЙСКОЙ ЭКБ, ЕСЛИ ЕСТЬ ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО?» НА ВЫСТАВКЕ EXPOELECTRONICA 2025

P. Kuznetsov, A. Sinelnikov
THE SECOND CONFERENCE OF YOUNG SCIENTISTS "ONBOARD CONTROL SYSTEMS": RESULTS OF A VIVID SCIENTIFIC DIALOGUE 54

П. Кузнецов, А. Синельников
ВТОРАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «БОРТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ УПРАВЛЕНИЯ»: ИТОГИ ЯРКОГО НАУЧНОГО ДИАЛОГА

COMPANY'S PROFILE
ПОРТРЕТ ФИРМЫ

S. Nepeeva
"TRANSVIT" GROUP OF COMPANIES: UNIQUE SOLUTIONS FOR THE ELECTRICAL INDUSTRY 56

С. Непеева
ГРУППА КОМПАНИЙ «ТРАНСВИТ»: УНИКАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

ЭЛЕКТРОНИКА №5 (00246) 2025
НАУКА • ТЕХНОЛОГИЯ • БИЗНЕС

«ЭЛЕКТРОНИКА: НАУКА, ТЕХНОЛОГИЯ, БИЗНЕС»
Научно-технический журнал

Журнал выпускается при содействии Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ.
Журнал включен в Перечень ВАК 02.02.2016 г.
Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru) доступны полные тексты статей. Статьи из номеров журнала текущего года предоставляются на платной основе.

СВЕЖИЙ НОМЕР ЖУРНАЛА ВЫ МОЖЕТЕ ПРИОБРЕСТИ
В редакции журнала «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ»
Москва, ул. Краснопролетарская, 16, стр. 2

В представительствах «Золотой Шар ТМ»
Санкт-Петербург Невский пр-т, 44, 5-й эт., оф. 6 | root@zolshar.spb.ru
✆ +7 812 325-7544, 117-68-62, 110-43-66
Екатеринбург ул. Народной воли, 25 | ekp@front.ru, zolshar@online.ural.ru, ✆ +7 343 212-18-10, 212-13-31 🖷 +7 343 212-23-14
Новосибирск пр-т К.Маркса, 57, офис 708 | nbzsh@mail.ru
✆ +7 3832 46-24-73 🖷 +7 3832 27-63-80
Минск пл. Казинца, 3, офис 456 | zolshar@integral.minsk.by
✆ +7 10 375-172 78-09-14
Ижевск ул. Софьи Ковалевской, 4а, офис 4 | office@zolshar.izhnet.ru
✆ +7 3412 42-52-41 🖷 +7 3412 42-54-72

SDS ELECTRONICS

СВЧ КОМПОНЕНТЫ • РАЗРАБОТКА • ПРОИЗВОДСТВО

СВЧ КОМПОНЕНТЫ
ПРОИЗВОДСТВО
РАЗРАБОТКА
ПРИБОРЫ

www.sds-e.net

CONTENT СОДЕРЖАНИЕ

ELECTRONIC COMPONENTS

A. Greshnikov

60 **QUARTZ OSCILLATORS: ADVANTAGES AND DEVELOPMENT PROSPECTS**

The article discusses the advantages of quartz oscillators, trends in the market of piezoceramic frequency stabilization components as well as the features of products manufactured by "Zavod Meteor" JSC, one of the leading enterprises in the field of quartz oscillator production.

Keywords: quartz oscillators, piezoceramic frequency stabilization components, quality factor, phase noise, temperature stability

A. Murygin

64 **PIEZOELECTRIC FREQUENCY STABILIZATION COMPONENTS FROM "ZAVOD METEOR" JSC FOR THE CIVIL MARKET**

"Zavod Meteor" JSC is implementing a comprehensive project to launch serial production of various types of quartz oscillators and quartz resonators for the civilian market. The article provides an overview of the products manufactured by the enterprise.

Keywords: quartz oscillators, quartz resonators, voltage controlled generators

M. Sokolov

68 **CAPACITORS AND INDUCTIVE COMPONENTS FROM HONGDA CAPACITORS**

Hongda Capacitors is a leading Chinese manufacturer of capacitors and inductive components for the consumer, industrial, telecommunications, automotive, medical and mission-critical markets. The article provides an overview of the company's main product categories.

Keywords: tantalum capacitors, multilayer ceramic chip capacitors, aluminum electrolytic capacitors, polymer electrolytic capacitors

ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА

А. Грешников

60 **КВАРЦЕВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

В статье рассматриваются преимущества кварцевых генераторов, тренды на рынке пьезокерамических компонентов стабилизации частоты, а также особенности продукции, выпускаемой АО «Завод «Метеор» – одним из ведущих предприятий в области производства кварцевых генераторов.

Ключевые слова: кварцевые генераторы, пьезокерамические компоненты стабилизации частоты, добротность, фазовые шумы, температурная стабильность

А. Мурыгин

64 **ПЬЕЗОКВАРЦЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЧАСТОТЫ ОТ АО «ЗАВОД «МЕТЕОР» ДЛЯ ГРАЖДАНСКОГО РЫНКА**

АО «Завод «Метеор» реализует комплексный проект по запуску серийного производства различных типов кварцевых генераторов и кварцевых резонаторов для гражданского рынка. В статье представлен обзор выпускаемой предприятием продукции.

Ключевые слова: кварцевые генераторы, кварцевые резонаторы, генераторы, управляемые напряжением

М. Соколов

68 **КОНДЕНСАТОРЫ И ИНДУКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КОМПАНИИ HONGDA CAPACITORS**

Hongda Capacitors – ведущий китайский производитель конденсаторов и индуктивных компонентов для потребительского, промышленного, телекоммуникационного, автомобильного, медицинского рынков, а также для аппаратуры ответственного применения. В статье представлен обзор основных категорий продукции, выпускаемых компанией.

Ключевые слова: танталовые конденсаторы, многослойные керамические чип-конденсаторы, алюминиевые электролитические конденсаторы, полимерные электролитические конденсаторы

НАУЧНЫЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ПО КОТОРЫМ ИЗДАНИЕ ВХОДИТ В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК:

2.2.1 Вакуумная и плазменная электроника
2.2.2 Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств
2.2.4 Приборы и методы измерения
2.2.5 Приборы навигации
2.2.6 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы
2.2.8 Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды
2.2.10 Метрология и метрологическое обеспечение
2.2.11 Информационно-измерительные и управляющие системы
2.2.12 Приборы, системы и изделия медицинского назначения

GKG

№ 1 НА РЫНКЕ ТРАФАРЕТНЫХ ПРИНТЕРОВ

18 ЛЕТ на РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

ПРЯМЫЕ ПОСТАВКИ ЭКСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ от GKG

Клевер Электроникс

115191, Москва, 3-я Рощинская улица, дом 5
Тел.: +7 (495) 545-4292
E-mail: info@clever.ru

www.clever.ru

CONTENT СОДЕРЖАНИЕ

MICROWAVE ELECTRONICS

V. Izotov

SAW FILTERS FOR NAVIGATION SYSTEMS 74

SawTechno offers a wide range of SAW filters for the main navigation systems: GLONASS, GPS, BeiDou, Galileo. The article discusses the main characteristics and features of SAW filters produced by this company.

Keywords: SAW filters, navigation systems, GLONASS, GPS, BeiDou, Galileo, center frequency, bandwidth

S. Galinovich

MICROWAVE CONNECTORS FOR CIVIL AND DUAL PURPOSES 78

Microwave connectors for civil and dual purposes are one of the areas in the production of electrical connectors by "Zavod Atlant" JSC. The products of "Zavod Atlant" JSC features high quality, reliability and efficiency.

Keywords: SR-50-0, SR-50-1, SR-50-4, SR-50-7 series RF connectors; SR-50-2, SR-50-3, SR-50-5, SR-50-8, SR-50-9 microminiature connectors

K. Dzhurinsky

ON QUANTUM COMPUTERS, RADIO FREQUENCY CABLES AND CONNECTORS 82

PART 2

The article provides the information on physical principles of quantum computers. Requirements for radio frequency cables and connectors that are used in quantum computers and support reliable and accurate quantum calculations are formulated.

Keywords: quantum computer, qubit, types of quantum processors, liquid helium, low temperatures

СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА

В. Изотов

ПАВ-ФИЛЬТРЫ ДЛЯ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ 74

Компания SawTechno предлагает широкий выбор ПАВ-фильтров для основных систем навигации – ГЛОНАСС, GPS, BeiDou, Galileo. В статье рассматриваются основные характеристики и особенности ПАВ-фильтров, выпускаемых этим предприятием.

Ключевые слова: ПАВ-фильтры, системы навигации, ГЛОНАСС, GPS, BeiDou, Galileo, центральная частота, полоса пропускания

С. Галинович

СВЧ-РАЗЪЕМЫ ГРАЖДАНСКОГО И ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 78

СВЧ-разъемы гражданского и двойного назначения – одно из направлений в производстве электрических соединителей предприятия АО «Завод Атлант». Изделия АО «Завод Атлант» отличаются высокими качеством, надежностью и эффективностью.

Ключевые слова: РЧ-соединители серии СР-50-0, СР-50-1, СР-50-4, СР-50-7; микроминиатюрные разъемы СР-50-2, СР-50-3, СР-50-5, СР-50-8, СР-50-9

К. Джуринский

О КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРАХ, РАДИОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЯХ И СОЕДИНИТЕЛЯХ 82

ЧАСТЬ 2

Приведены сведения о физических основах работы квантовых компьютеров. Сформулированы требования к радиочастотным кабелям и соединителям, которые применяются в квантовых компьютерах и обеспечивают надежные и точные квантовые вычисления.

Ключевые слова: квантовый компьютер, кубит, типы квантовых процессоров, жидкий гелий, низкие температуры

СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

ARUS 11
Interlight Moscow 133
Megatronicka 13
Testing & Control 77
АйСи Сокет ..... 1-я обложка, 21
Глобал Инжиниринг ..... вклейка
Глобал Микроэлектроника ..... 3-я обложка
Золотой шар ..... вклейка
ЗПП, г. Йошкар-Ола 97
ИНТЕГРАЛ 62–63
Интерполитех 121
Клевер Техно 5
Комтех 7
Кулон ..... клапан под 1-й обложкой, вклейка
Международный технологический конгресс 135
Метеор 67
Микроволновые системы 85
Микроэлектроника, Форум 27
Монолит 53
Оптоэлектронные системы 99
Остек-Интегра 35
Остек-СМТ 1
Остек-ЭК 107
Планар (КБТЭМ-ОМО) ..... 2-я обложка, 103
Платан 113
ПриСТ 131
Прогресс, НИИМА ..... 4-я обложка
Прогресс, НПК 9
Протон-Импульс 61
РАДА, ПФК 79
Радиокомп 33
Радиочастотные Компоненты ..... вклейка
РАДЭЛ 109
Руднев-Шиляев 76
СДС Электроникс 3
СМП 108, 111
Сотем ..... 1-я обложка, 25
ТЕСТПРИБОР 87, 88–89
Трансвит 59
Универсал Прибор 43
Элеконд 73
Электроника России 28
ЭСТО 101

КОМТЕХ

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ
ПО ПОСТАВКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ
КОМПОНЕНТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

Компания “КОМТЕХ” - квалифицированный поставщик электронной компонентной базы отечественного и иностранного производства.

Проектное содействие, техническая помощь при подборе компонентов, а также надежно выстроенное сотрудничество с зарубежными поставщиками позволяют нам предлагать клиентам лучшие решения по оперативной поставке ЭКБ высокого качества от ведущих мировых производителей.

- МИКРОСХЕМЫ
- ПОЛУПРОВОДНИКИ
- ГЕКСОКОПТЕРЫ
- СЕРВОПРИВОДЫ
- КАМЕРЫ
- РАЗЪЕМЫ
- ПЛИС
- ЗАЩИЩЕННАЯ ТЕХНИКА
- ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
- АКСЕЛЕРОМЕТРЫ
- НАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

intel
XILINX
МНИИРМ
ANALOG DEVICES
HOLT INTEGRATED CIRCUITS
samtec
HARTING
SOURIAU Connection Technologies

ПРИГЛАШАЕМ ПОСЕТИТЬ НАШ СТЕНД 3D42 НА ФОРУМЕ «АРМИЯ-2025» В ПАВИЛЬОНЕ С С 11 ПО 14 АВГУСТА 2025 ГОДА В КВЦ «ПАТРИОТ»

ARMY
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2025»

СТЕНД 3D42
ПАВИЛЬОН С

info@kmtx.ru +7 (499) 450 38 48 www.kmtx.ru

CONTENT СОДЕРЖАНИЕ

MICRO AND NANOSTRUCTURES

M. Belykh, D. Permyakov, A. Strogonov
THIN METAL OXIDE FILMS FOR FLEXIBLE AND STRETCHABLE ELECTRONIC DEVICES 90

The article discusses methods for synthesizing metal oxide films and sensors based on them on flexible and stretchable polymer substrates. Their advantages and disadvantages, applications and implementation prospects are shown.

Keywords: metal oxide films, stretchable polymer substrates, nanowires, nanofibers, titanium dioxide, tin dioxide, zinc oxide, MOCVD, PECVD, APE, MBE

D. Sukhanov
MODERN TECHNOLOGIES OF CHIPLET HETEROGENEOUS INTEGRATION 104

Chiplet-based systems provide a number of advantages from a design and manufacturing perspective, but at the same time require the implementation of advanced packaging and heterogeneous integration technologies. The article provides an overview of modern methods for creating interconnects in chiplet-based systems.

Keywords: chiplets, heterogeneous integration, interconnects, packaging technologies, through silicon vias (TSV), interposer, rigid bridge, flexible bridge

МИКРО- И НАНОСТРУКТУРЫ

М. Белых, Д. Пермяков, А. Строгонов
ТОНКИЕ МЕТАЛЛООКСИДНЫЕ ПЛЕНКИ ДЛЯ ГИБКИХ И РАСТЯГИВАЮЩИХСЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ 90

В статье обсуждаются методы синтеза металлооксидных пленок и сенсоров на их основе на гибких и растягивающихся полимерных подложках. Показаны их преимущества и недостатки, области применения и перспективы внедрения.

Ключевые слова: металлооксидные пленки, растягивающиеся полимерные подложки, нанопроволока, нановолокна, диоксид титана, диоксид олова, оксид цинка, MOCVD, PECVD, APE, MBE

Д. Суханов
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕТЕРОГЕННОЙ ИНТЕГРАЦИИ ЧИПЛЕТОВ 104

Системы на основе чиплетов обеспечивают ряд преимуществ с точки зрения проектирования и производства, но в то же время требуют внедрения усовершенствованных технологий корпусирования и гетерогенной интеграции. В статье представлен обзор современных методов создания межсоединений в чиплетных системах.

Ключевые слова: чиплеты, гетерогенная интеграция, межсоединения, технологии корпусирования, переходные отверстия в кремнии (TSV), интерпозер, жесткий мост, гибкий мост

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Бабаян Борис Арташесович, чл.-корр. РАН, д. т. н., профессор
Борисов Юрий Иванович, д. т. н., профессор
Верник Петр Аркадьевич
Вишневский Владимир Миронович, д. т. н., профессор
Гамкрелидзе Сергей Анатольевич, д. т. н., профессор
Гуляев Юрий Васильевич, академик РАН, д. ф.-м. н., профессор
Жуков Александр Олегович, д. т. н., профессор
Красников Геннадий Яковлевич, академик РАН, д. т. н., профессор
Критенко Михаил Иванович, к. т. н.
Куцько Павел Павлович, к. т. н.
Лебедев Никита Андреевич, д. э. н., профессор
Лукичев Владимир Федорович, чл.-корр. РАН, д. ф.-м. н.
Переверзев Алексей Леонидович, д. т. н.
Портной Сергей Львович, д. т. н., профессор
Сазонов Василий Викторович, д.ф.-м.н., доцент
Сигов Александр Сергеевич, академик РАН, д. ф.-м. н., профессор (главный редактор)
Тельпухов Дмитрий Владимирович, д.т.н., профессор
Хачатурян Арутюн Арутюнович, д. э. н., профессор
Цветков Валерий Анатольевич, чл.-корр. РАН, д. э. н., профессор
Черепенин Владимир Алексеевич, академик РАН, д. ф.-м. н., профессор
Шахнов Вадим Анатольевич, чл.-корр. РАН, д. т. н., профессор
Шпак Василий Викторович, к. э. н.
Якунин Александр Сергеевич, к. социол. н.

ПРОГРЕСС | НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВИАЦИИ

ОСНАЩАЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ КОМПЛЕКСАМИ И СТЕНДАМИ С СОБСТВЕННЫМ ПО ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И БПЛА

ИСПЫТАНИЯ НА ЭМС:

- Комплекс для проведения испытаний на электромагнитные воздействия
- Комплекс для создания электромагнитных полей высокой интенсивности (HIRF) и измерения радиочастотных помех
- Комплекс имитации бортовых сетей переменного и постоянного токов
- Система имитации электростатических разрядов
- Комплекс имитации кондуктивных помех
- Экранированные помещения (БЭК, ПБЭК, АИП)

КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ВИБРАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ:

- Комплекс статической и динамической пыли
- Комплекс климатических испытаний с системой моделирования солнечного излучения
- Комплекс дождевания
- Комплекс вибрационных испытаний

ПРЕДЛАГАЕМ К ПОСТАВКЕ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МОЛНИИ НА АВИАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
р. 23 КТ-160G/14G

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ:

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ:

ПОЛНЫЙ КОМПЛЕКС УСЛУГ И ЭКСПЕРТНАЯ ПОМОЩЬ НА КАЖДОМ ЭТАПЕ

г. Москва, ул. Академика Королева, д. 13

+7 (495) 249-05-35 | info-zakaz@npkpro.ru

CONTENT СОДЕРЖАНИЕ

POWER ELECTRONICS

O. Cherkasova

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR RECHARGING BATTERIES OF UNMANNED AERIAL SYSTEMS 110

PART 2

The article analyzes the engineering solutions that allow increasing the flight time of UAVs, while providing effective and economic methods of recharging.

Keywords: UAVs, flight time, energy consumption, recharging technologies – charging stations, solar panels, wireless charging, groundborne cable systems

INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS

E. Starovoytov, Z. Kondrashov, V. Ignatenko

METHODS OF TRANSMITTING SYNCHRONIZATION SIGNALS BETWEEN RADIO NAVIGATION BASE STATIONS OF A LOCAL NAVIGATION SYSTEM 114

Local navigation systems can be used for positioning abonents in the absence of global navigation satellite system signals. The article discusses methods for transmitting synchronization signals between radio navigation base stations of a local navigation system.

Keywords: local navigation systems, global navigation satellite systems, radio navigation base stations, fiber optic cable, synchronization signals, radio relay line

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

О. Черкасова

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ 110

ЧАСТЬ 2

Анализируются инженерные решения, позволяющие увеличить время полета БПЛА, обеспечивая при этом эффективные и экономически целесообразные методы подзарядки.

Ключевые слова: БПЛА, время полета, энергопотребление, технологии подзарядки – зарядные станции, солнечные панели, беспроводная зарядка, наземные кабельные системы

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Е. Старовойтов, З. Кондрашов, В. Игнатенко

МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ СИНХРОНИЗАЦИИ МЕЖДУ РАДИОНАВИГАЦИОННЫМИ ОПОРНЫМИ СТАНЦИЯМИ ЛОКАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ 114

Локальные системы навигации могут использоваться для определения местоположения абонентов при отсутствии сигналов глобальных навигационных спутниковых систем. В статье рассматриваются методы передачи сигналов синхронизации между радионавигационными опорными станциями локальной навигационной системы.

Ключевые слова: локальные системы навигации, глобальные навигационные спутниковые системы, радионавигационные опорные станции, оптоволоконный кабель, сигналы синхронизации, радиорелейная линия

ИЗДАТЕЛЬ И УЧРЕДИТЕЛЬ – РИЦ «ТЕХНОСФЕРА»

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР: О. Казанцева

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: А. Сигов

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: Ю. Ковалевский

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР: В. Матвеева

РЕДАКТОРЫ РАЗДЕЛОВ: В. Ежов, Е. Каспарова, И. Кокорева

ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР: Л. Петрова

КОРРЕКТОР: А. Лужкова

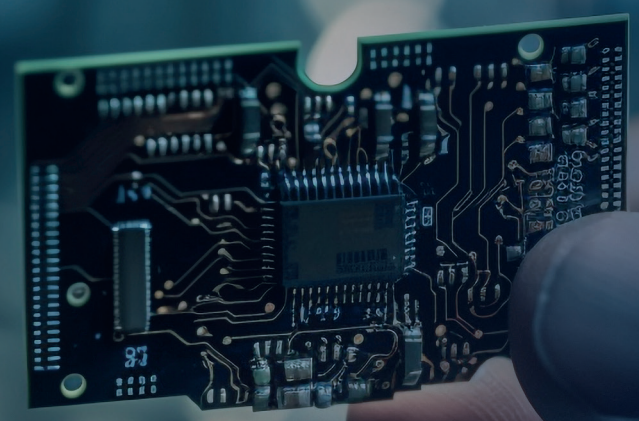
КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА: М. Козина

РЕКЛАМА
Директор по развитию: Г. Логинова | recntb@electronics.ru
Зам. директора по развитию: О. Лаврентьева | olesya200707@bk.ru
Менеджер по рекламе: Л. Карякина | rec-knigi@electronics.ru

ПОДПИСКА: Е. Зайкова | magazine@technosphera.ru

СБЫТ: А. Метлов | sales@electronics.ru
www.electronics.ru; elibrary.ru; www.e.lanbook.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ
Москва, ул. Краснопролетарская, 16, стр. 2
✉ 125319, Москва, а/я 91 | redactor@electronics.ru
✆ +7 495 234-0110 🖷 +7 495 956-3346



АРУС

ПРОФЕССИОНАЛЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Мы предоставляем надёжные и качественные решения в сфере поставок электронных компонентов, изготовления печатных плат и кабельных сборок

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Быстрая поставка, только проверенные поставщики, строгий контроль качества

ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

Сложность — не предел. Изготовление печатных плат на современных производственных мощностях

КАБЕЛЬНЫЕ СБОРКИ И ЖГУТЫ

Полный спектр работ по изготовлению жгутов и кабельных сборок: нарезка, зачистка, обжим, пайка, маркировка, изоляция, экранирование, заливка и тестирование

Команда с опытом 15 лет+

Безупречная репутация

Новейшие технологии

Москва, Дербеневская наб. 7 с23, этаж 3
pcb@arus-group.ru +7 (495) 085 05 35

arus-group.ru

CONTENT СОДЕРЖАНИЕ

M. Makushin

6G TECHNOLOGY DEVELOPMENT ASPECTS 124

The deployment of 6G communication networks is expected in the early 2030s; in 2017 the IEEE 802.15.3d standard (300 GHz range) was approved and work on improving it continues. The article discusses the architectures and main technologies required for the deployment of 6G networks and the problems of their implementation.

Keywords: 6G technologies, THz range, IEEE 802.15.3d standard, data transfer rate, CMOS and SiGe BiCMOS technologies, $A^{III}B^{V}$ technologies

М. Макушин

АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ 6G-ТЕХНОЛОГИИ 124

Развертывание 6G-сетей связи ожидается в начале 2030 годов, в 2017 году утвержден стандарт IEEE 802.15.3d (диапазон 300 ГГц), работа по совершенствованию которого продолжается. В статье обсуждаются архитектуры и основные технологии, требующиеся для развертывания 6G-сетей, и проблемы их реализации.

Ключевые слова: технологии 6G, ТГц-диапазон, стандарт IEEE 802.15.3d, скорость передачи данных, КМОП- и SiGe БиКМОП-технологии, технологии $A^{III}B^{V}$

TEST AND MEASUREMENT

K. Epifantsev

RESEARCH OF OPTICAL AND EDDY CURRENT SENSORS FOR DEVELOPMENT OF DOMESTIC MULTISENSOR DEVICES 136

The article examines promising domestic developments of multisensor systems based on the use of optical and eddy current sensors, as well as machine vision methods for processing images of the parts under study and monitoring their quality.

Keywords: eddy current sensor, optical sensor, roundness tester, multisensor devices

КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЯ

К. Епифанцев

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И ВИХРЕТОКОВЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ПРИБОРОВ 136

В статье рассматриваются перспективные отечественные разработки мультисенсорных приборов, основанных на использовании оптических и вихретоковых датчиков, а также методов машинного зрения для обработки изображений исследуемых деталей и контроля их качества.

Ключевые слова: вихретоковый датчик, оптический датчик, кругломер, мультисенсорные приборы

FOR ENGINEERS ИНЖЕНЕРУ

80, 122

ПОДПИСКА

АО «Почта России», индекс ПМ418.
ООО «Урал-Пресс Округ».
ООО «Руспресса».
ООО «Агентство «Книга-Сервис».
ООО «ГЛОБАЛПРЕСС».
ООО «СЕРВИСПРЕСС».

В редакции журнала:
✆ + 7 495 234-01-10 (доб. 335)
✉ magazine@technosphera.ru

ПОДПИСАТЬСЯ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ МОЖНО НА САЙТАХ
www.electronics.ru, elibrary.ru, www.e.lanbook.ru

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес © перерегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 7 сентября 2017 г., **ПИ №ФС77-70995**.
Журнал издается с 1996 года. С 2015 – 10 раз в год.
Номер сдан в печать 12 июня 2025 г.
Отпечатано в ООО «Юнион Принт», г. Н.Новгород, ул. Окский съезд, д. 2. Номер заказа 251366.
Тираж 7000 экз. Цена договорная.

© При перепечатке ссылка на журнал «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ» обязательна. Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей. Рукописи рецензируются, но не возвращаются. Аннотации и ключевые слова статей на русском и английском языках приведены на сайте www.electronics.ru. Срок рассмотрения рукописей – 5 недель.

MEGATRONICKA

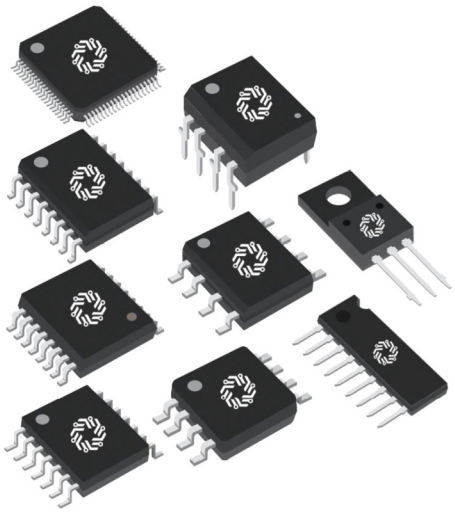
VWU LST LEADSINTEC MADE-IN-PCB CHINA'S LEADING BRAND OF PCB OVERSEAS LEADSINTEC

+ 7 916 1100517 + 86 18844040517 dinara@megatronicka.com dinara@megatronicka.com

Китай: Шэньчжэнь-Пекин-Гонконг; Россия: Москва-Екатеринбург; Казахстан: Алматы-Шымкент; Филиппины: Манила; Вьетнам: Бакзянг

СФЕРА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАШЕЙ КОМПАНИИ:

- Поставка электронных компонентов.
- Поставка промышленного электронного оборудования.
- Дизайн макета печатной платы
- Разработка аппаратного обеспечения.
- Разработка программного обеспечения / программ для чипов.
- Производство печатных плат.
- Производство PCBA (SMT + DIP).
- Производство BOX-корпусов.
- ODM/EMS комплексное обслуживание.



Texas Instruments ALTERA ANALOG DEVICES samtec

XILINX MACOM DEVICE ENGINEERING INCORPORATED HOLT INTEGRATED CIRCUITS

SIEMENS OMRON Allen-Bradley Schneider Electric

ABB KEYENCE MITSUBISHI ELECTRIC FANUC

ПРЕИМУЩЕСТВА РАБОТЫ С НАШЕЙ КОМПАНИЕЙ:

- Поставляем продукцию брендов: TI, ST, ADI, NXP, Xilinx, Altera, Onsemi, Infineon, Microchip ABB, Siemens, Omron, Keyence, Sick, Fanuc GE, Festo, Mitsubishi, Yaskawa, Lenze, Allen-Bradley, Schneider и т.д.
- Принимаем заказы на небольшие партии, быстрая обработка заказов, 24-часовая поддержка.
- Опыт работы на рынке промышленного электронного оборудования и компонентов более 14 лет.
- Наличие представительств, зарегистрированных в РФ.
- Наличие складских запасов в КНР.
- Гибкие варианты оплаты.
- Доставки в любую точку РФ из КНР и стран Европы от 2 недель.
- Гарантия на продукцию до 400 дней.
- Техническое сопровождение на русском языке.