

## COMPETENT OPINION

S. Zaostrovnykh

OUR MAJOR COMPETITIVE ADVANTAGE IS BEHAVIOUR TOWARDS CUSTOMERS

12

## COLUMN OF DEPARTMENT OF RADIO-ELECTRONIC INDUSTRY

21

## NEWS

22

## EXHIBITIONS & CONFERENCES

Yu. Kovalevsky

BUSINESS PROGRAM EVENTS OF EXPOELECTRONICA 2023

Part 2

32

## REPORT FROM A COMPANY

Yu. Kovalevsky

END-TO-END PRODUCTION CYCLE OF MICROWAVE PRODUCTS UNIQUE ON THE RUSSIAN MARKET

VISIT TO PRODUCTION FACILITY OF SDS ELECTRONICS

40

## COMPANY'S PROFILE

EXPERT ELECTRONICS RESEARCH AND PRODUCTION COMPANY

50

PIK AGNI JSC COMPANY IS A MANUFACTURER OF HIGH-TEMPERATURE INDUSTRIAL EQUIPMENT FOR A WIDE RANGE OF APPLICATIONS

52

## КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

С. Заостровных

НАШЕ ГЛАВНОЕ КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО – ОТНОШЕНИЕ К ЗАКАЗЧИКУ

## КОЛОНКА ДЕПАРТАМЕНТА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## НОВОСТИ

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

Ю. Ковалевский

МЕРОПРИЯТИЯ ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСТАВКИ EXPOELECTRONICA 2023

Часть 2

## РЕПОРТАЖ С ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю. Ковалевский

ПОЛНЫЙ ЦИКЛ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ДЛЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА СВЧ-ИЗДЕЛИЙ

ВИЗИТ НА ПРОИЗВОДСТВО КОМПАНИИ «СДС ЭЛЕКТРОНИКС»

## ПОРТРЕТ ФИРМЫ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

«ЭКСПЕРТ ЭЛЕКТРОНИКС»

КОМПАНИЯ ООО «ПИК „АГНИ“» – ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

## ЭЛЕКТРОНИКА №5 (00226) 2023

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 | ekr@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

## MICROWAVE ELECTRONICS

S. Konakov

### ENGINEERING APPROACH TO THE SELECTION OF NEW MANUFACTURERS OF MICROWAVE COMPONENTS FROM CHINA

The article shows a methodological approach to assessing and selecting a manufacturer of microwave components from China for possible use in radioelectronic equipment. The approach is based on a generalization of practical work experience and reflects those main and characteristic points that a development engineer usually takes into account.

**Keywords:** microwave components, business model, Chinese manufacturer, organizational and economic criteria, technical criteria, fabless company

V. Gevorkyan, V. Kochemasov, A. Safin

### MICROWAVE GENERATORS USING FERRITE RESONATORS

Part I

The article considers microwave generators with the use of ferrite resonators. Information is provided on the features and characteristics of such generators produced by a number of manufacturers.

**Keywords:** generator, ferrite resonator, frequency range

A. Miroshnichenko, M. Chernyshev, N. Akafyeva

### THREE-GAP MULTIFREQUENCY RESONATOR FOR MINIATURE MULTIBEAM KLYSTRONS

A three-gap multibeam prismatic klystron resonator with planar strip elements on a dielectric substrate was studied. The results are obtained, which confirm that the resonator can be used in low-voltage transient multibeam amplifying or generator klystrons.

**Keywords:** multibeam klystron, electrodynamic simulation, three-gap resonator

## СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА

С. Конаков

### 56 ИНЖЕНЕРНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ НОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СВЧ-КОМПОНЕНТОВ ИЗ КНР

В статье показан методологический подход к проведению оценки и выбору производителя СВЧ-компонентов из Китая для возможного применения в изделиях РЭА. Подход основан на обобщении практического опыта работы и отражает те основные и характерные моменты, которые обычно принимает во внимание инженер-разработчик.

**Ключевые слова:** СВЧ-компоненты, бизнес-модель, китайский производитель, организационно-экономические критерии, технические критерии, fabless-компания

В. Геворкян, В. Кочемасов, А. Сафин

### 68 ГЕНЕРАТОРЫ СВЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЕРРИТОВЫХ РЕЗОНАТОРОВ

Часть I

Рассмотрены генераторы СВЧ с применением ферритовых резонаторов. Приведена информация об особенностях и характеристиках таких генераторов, выпускаемых рядом производителей.

**Ключевые слова:** генератор, ферритовый резонатор, диапазон частот

А. Мирошниченко, М. Чернышев, Н. Акафьева

### 74 ТРЕХАЗОРНЫЙ МНОГОЧАСТОТНЫЙ РЕЗОНАТОР ДЛЯ МИНИАТЮРНЫХ МНОГОЛУЧЕВЫХ КЛИСТРОНОВ

Исследовался трехазорный, многолучевой, призматический клистронный резонатор с планарными полосковыми элементами на диэлектрической подложке. Получены результаты, которые подтверждают, что резонатор может применяться в низковольтных пролетных многолучевых усилительных или генераторных клистронах.

**Ключевые слова:** многолучевой клистрон, электродинамическое моделирование, трехазорный резонатор

## 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 издаётся с 1996 года. С 2015 – 10 раз в год.

Номер сдан в печать 9 июня 2023 г.

Отпечатано в ООО «Юнион Принт», г. Н.Новгород,

ул. Окский съезд, д. 2. Номер заказа 231086.

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](http://www.electronics.ru). Срок рассмотрения рукописей – 5 недель.

## DESIGN SOLUTIONS

D. Grishin, I. Gusev

### STRUCTURAL MATERIALS TO ENSURE ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF RADIO EQUIPMENT

The article discusses the main structural materials used for electromagnetic shielding, such as gaskets, contact springs, fabrics, heat shrink tubes, RF radiation absorbers. A technique for confirming the characteristics of shielding materials in TESTPRIBOR JSC EMC laboratory is described.

**Keywords:** electromagnetic compatibility, structural materials, gaskets, contact springs, fabrics, heat shrink tubes, RF radiation absorbers, shielding foil

### R. Ermilov, Sh. Shugaepov, E. Ermolaev, V. Egoshin DEVELOPMENT OF LEADLESS METAL-CERAMIC PACKAGES FOR WIDE USE IN ZPP JSC

The article considers several new leadless metal-ceramic packages for wide use, developed at Plant of Semiconductor Devices JSC (ZPP JSC). It gives information on the features and characteristics of these packages.

**Keywords:** metal-ceramic package, board, integrated circuit

## ELECTRONIC COMPONENTS

D. Makhin, A. Sizikov

### K10-90 CERAMIC CHIP CAPACITORS RANGING FROM 1005M (0402) IN SIZE PRODUCED IN SERIES BY KULON LLC

The article provides information on K10-90 surface mounted multilayer ceramic capacitor series produced by Kulon LLC. It describes a number of features of the company's production facility upgrading which allowed 1005M (0402) capacitors production in series.

**Keywords:** multilayer ceramic capacitor, surface-mount technology, electronic devices miniaturization

## КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ

Д. Гришин, И. Гусев

### 82 КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ РАДИОАППАРАТУРЫ

В статье рассмотрены основные конструкционные материалы, применяемые для электромагнитного экранирования, такие как прокладки, контактные пружины, ткани, термоусадочные трубки, поглотители ВЧ-излучения. Описана методика подтверждения характеристик экранирующих материалов в лаборатории ЭМСАО «ТЕСТПРИБОР».

**Ключевые слова:** электромагнитная совместимость, конструкционные материалы, прокладки, контактные пружины, ткани, термоусадочные трубки, поглотители ВЧ-излучения, экранирующая фольга

### 90 Р. Ермилов, Ш. Шугаепов, Е. Ермолаев, В. Егوشин РАЗРАБОТКА БЕЗВЫВОДНЫХ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОРПУСОВ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ В АО «ЗПП»

Рассмотрено несколько новых безвыводных металлокерамических корпусов широкого применения, разработанных в АО «Завод полупроводниковых приборов» (АО «ЗПП»). Приведена информация об особенностях и характеристиках данных корпусов.

**Ключевые слова:** металлокерамический корпус, плата, микросхема

## ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА

Д. Махин, А. Сизиков

### 94 СЕРИЙНО ВЫПУСКАЕМЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ ЧИП-КОНДЕНСАТОРЫ K10-90 РАЗМЕРОМ ОТ 1005M (0402) ОТ ООО «КУЛОН»

Приводятся сведения о многослойных керамических конденсаторах для поверхностного монтажа серии K10-90, выпускаемых ООО «Кулон». Описываются некоторые аспекты модернизации производства предприятия, позволившие изготавливать серийно конденсаторы типоразмера 1005M (0402).

**Ключевые слова:** многослойный керамический конденсатор, поверхностный монтаж, миниатюризация электронной аппаратуры

## СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

Interlight Moscow	123	Кулон	вклейка	Радиокомп	29
SD Solutions	67	МВМС	55	РАДЭЛ	131
SDS Electronics	49	Микроволновые системы	77	Руднев-Шиляев	112
Альфа-Комплект	клапан под 1-й обложкой	Микроэлектроника	121	СМП	114, 122
Армия	129	Монолит	111	Фарад	88–89
Глобал Инжиниринг	3-я обложка	НТО	11	Эксперт Электроникс	51
Золотой шар	вклейка	ПЛАНАР	19	Электонд	39
ЗПП, г. Йошкар-Ола	93	Планар (КБТЭМ-ОМО)	2-я обложка	Электроника России	20
ИНТЕГРАЛ	134–135	ПриСТ	113	Электроника-Транспорт	54
ИНЕЛСО	31	Прогресс, НИИМА	4-я обложка	ЭЛМА	3
ИРЗ	73	ПРОМТЕХКОМПЛЕКТ	101	ЭЛТЕХ	7
Клевер	5	ПРОТЕХ	1	Эркон	27
Компонента	105	Протон-Импульс	25	ЭСТО	9

## ELECTROMECHANICAL COMPONENTS

P. Perminov

### CONNECTORS FOR UNMANNED SYSTEMS

The article reviews highly reliable connectors from Quanwei, which are used in all critical industries: aviation, unmanned systems, data transmission, navigation, industrial automation, transport, energy, etc. The official representative of Quanwei is Promtekhkomplekt JSC.

**Keywords:** unmanned systems, MIL-DTL-38999, MIL-DTL-83513, Micro-D, Nano-D connectors

V. Ezhov

### WEIPU AND RUICHI POWER CONNECTORS

Weipu and Ruichi high quality connectors meet international standards and are suitable for various types of indoor and outdoor equipment. The article provides an overview of the main lines of power connectors of the two companies and considers their key areas of application.

**Keywords:** power connectors, industrial connectors, threaded connection, push-pull connection, solder mounting, screw connection, sockets, plugs

## CAD / CAE

D. Gavrilova, T. Madumarov

### ANALYSIS OF THE ARCHITECTURE OF VIRTUAL HARDWARE PROTOTYPES USING SystemC

An analysis of the architecture of the virtual hardware prototype was carried out to identify problematic components with a view to their subsequent refinement. It is noted that in the early stages this approach simplifies software development in the future.

**Keywords:** virtual prototype, SystemC, software architecture, UML

## ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

П. Перминов

### 98 СОЕДИНИТЕЛИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ

Рассматриваются высоконадежные соединители компании Quanwei, которые находят применение во всех критически важных отраслях: авиация, беспилотные системы, передача данных, навигация, автоматизация производства, транспорт, энергетика и т. д. Официальным представителем Quanwei является компания АО «Промтехкомплект».

**Ключевые слова:** беспилотные системы, соединители MIL-DTL-38999, MIL-DTL-83513, Micro-D, Nano-D

В. Ежов

### 102 СИЛОВЫЕ РАЗЪЕМЫ WEIPU И RUICHI

Высококачественные соединители Weipu и Ruichi соответствуют международным стандартам и подходят для различного типа оборудования, устанавливаемого как внутри, так и снаружи помещений. В статье представлен обзор основных линеек силовых разъемов двух компаний, рассмотрены их ключевые области применения.

**Ключевые слова:** силовые разъемы, промышленные разъемы, резьбовое соединение, защелкивающееся соединение, монтаж под пайку, винтовое соединение, розетки, вилки

## СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Д. Гаврилова, Т. Мадумаров

### 108 АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРЫ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРОТОТИПОВ АППАРАТУРЫ НА SystemC

Проведен анализ архитектуры виртуального прототипа аппаратуры для выявления проблемных компонентов с целью их последующей доработки. Отмечено, что на ранних стадиях такой подход упрощает разработку программного обеспечения в будущем.

**Ключевые слова:** виртуальный прототип, SystemC, архитектура ПО, UML

## НАУЧНЫЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ПО КОТОРЫМ ИЗДАНИЕ ВХОДИТ В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК:

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