

## COMPETENT OPINION

Yu. Kapshunova  
**EXPERTISE FOR SOLVING UNCONVENTIONAL AND COMPLEX  
 TASKS – THAT’S US**

N. Subbotina  
**OUR CUSTOMERS BECOME OUR PARTNERS FOR YEARS**

## COLUMN OF DEPARTMENT OF RADIO-ELECTRONIC INDUSTRY

### NEWS

### COMPANY ANNIVERSARY

**NOT ALREADY 30, BUT ONLY 30!**  
 ANNIVERSARY OF “UNIVERSAL PRIBOR”

### EXHIBITIONS & CONFERENCES

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

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

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

### COMPANY’S PROFILE

S. Nepееva  
**“TRANSVIT” GROUP OF COMPANIES: UNIQUE SOLUTIONS FOR  
 THE ELECTRICAL INDUSTRY**

## КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

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

Н. Субботина  
**НАШИ ЗАКАЗЧИКИ СТАНОВЯТСЯ НАШИМИ ПАРТНЕРАМИ  
 НА ДОЛГИЕ ГОДЫ**

## КОЛОНКА ДЕПАРТАМЕНТА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### НОВОСТИ

### ЮБИЛЕЙ КОМПАНИИ

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

### ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

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

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

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

### ПОРТРЕТ ФИРМЫ

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

## ELECTRONIC COMPONENTS

A. Greshnikov

### 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

### 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

### 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

**MICROWAVE ELECTRONICS**

V. Izotov

**SAW FILTERS FOR NAVIGATION SYSTEMS**

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**

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 feature 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**

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

**74 ПАВ-ФИЛЬТРЫ ДЛЯ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ**

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

**78 СВЧ-РАЗЪЕМЫ ГРАЖДАНСКОГО И ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

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

**82 О КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРАХ, РАДИОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЯХ И СОЕДИНИТЕЛЯХ**

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

## MICRO AND NANOSTRUCTURES

M. Belykh, D. Permyakov, A. Strogonov

### THIN METAL OXIDE FILMS FOR FLEXIBLE AND STRETCHABLE ELECTRONIC DEVICES

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 CHIPLLET HETEROGENEOUS INTEGRATION

Chipllet-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

### 90 ТОНКИЕ МЕТАЛЛООКСИДНЫЕ ПЛЕНКИ ДЛЯ ГИБКИХ И РАСТЯГИВАЮЩИХСЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

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

### 104 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕТЕРОГЕННОЙ ИНТЕГРАЦИИ ЧИПЛЕТОВ

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

**POWER ELECTRONICS**

O. Cherkasova

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR RECHARGING BATTERIES OF UNMANNED AERIAL SYSTEMS**

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**

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 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**

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

M. Makushin

**6G TECHNOLOGY DEVELOPMENT ASPECTS**

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<sup>III</sup>B<sup>V</sup> technologies

**TEST AND MEASUREMENT**

K. Epifantsev

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

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

**FOR ENGINEERS**

M. Макушин

**124 АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ 6G-ТЕХНОЛОГИИ**

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<sup>III</sup>B<sup>V</sup>

**КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЯ**

K. Епифанцев

**136 ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И ВИХРЕТОКОВЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ ПРИБОРОВ**

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

**ИНЖЕНЕРУ**