

## КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

Дж. Инь

12 **ИННОВАЦИИ – ЭТО ЭНЕРГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

## КОЛОНКА ДЕПАРТАМЕНТА

19

## РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

20 **НОВОСТИ**

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

Ю. Ковалевский

30 **ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА  
«О ГОСУДАРСТВЕННОМ ОБОРОННОМ ЗАКАЗЕ»**

ЗАСЕДАНИЕ СЕКЦИИ ПО ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКЕ  
И БЮДЖЕТУ ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА КОМИТЕТА СОВЕТА ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ОБОРОНЕ И БЕЗОПАСНОСТИ

Ю. Ковалевский

32 **ТЕХНОЛОГИИ, РЫНОК, СПЕКТР, СПЕКТР И ЕЩЕ РАЗ СПЕКТР**

ФОРУМ «5G В РОССИИ: КАК СОЗДАЕТСЯ СЕТЬ И НОВАЯ ИНФРАСТРУКТУРА»

## МИКРОПРОЦЕССОРЫ И ПЛИС

М. Макушин

40 **МИКРОЭЛЕКТРОНИКА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ  
ЭКОНОМИКИ**

Цифровизация и дальнейшее развитие цифровой электроники приведут к изменениям промышленного, экономического и социального укладов. Микроэлектроника является основой цифровизации – и как наука, и как отрасль промышленности. От динамики и направления ее развития будет во многом зависеть успех и темпы цифровой трансформации.

**Ключевые слова:** микроэлектроника, суперциклы, масштабирование, интеграция, чиплеты

## ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

В. Слинько

52 **EDGE-ТЕХНОЛОГИИ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ ПРИШЛИ  
ВСЕРЬЕЗ И НАДОЛГО**

Приводятся сведения о некоторых применениях технологий компьютерного зрения, Интернета вещей и Edge-технологий с искусственным интеллектом в России, рассматриваются ключевые препятствия для широкого внедрения бизнесом данных систем.

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, граничные вычисления, искусственный интеллект, Интернет вещей

## СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дж. Фергусон, Д. Вертянов, К. Фелтон, И. Беляков,  
С. Евстафьев, В. Сидоренко, Н. Горшкова

### 56 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПУСОВ И МИКРОСБОРОК ПО ТЕХНОЛОГИИ FO WLP СРЕДСТВАМИ САПР MENTOR GRAPHICS

Часть 1

Применение маршрута САПР MENTOR GRAPHICS дает разработчикам корпусов, микросборок FO WLP все необходимые функциональные возможности, инструменты проектирования и верификации для получения максимальной выгоды от новой технологии корпусирования.

**Ключевые слова:** корпусирование, технологии Fan-out WLP, Fan-in WLP, EMB, корпус, микросборка

А. Рычков

### 66 ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОЕКТОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА СБОЕУСТОЙЧИВОСТЬ С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТА Z01X ОТ SYNOPSYS

Описывается механизм возникновения сбоев функционирования ИС при воздействии тяжелых заряженных частиц, приводятся некоторые методы снижения влияния данных воздействий и рассматриваются принципы работы и преимущества инструмента Z01X от компании Synopsys для тестирования проектов ИС на сбоеустойчивость.

**Ключевые слова:** проектирование интегральных схем, симуляция, сбоеустойчивость, обратимые отказы, воздействие тяжелых заряженных частиц, Synopsys

## ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА

А. Белоус, В. Солодуха

### 72 ДОВЕРЕННАЯ ЭКБ ДЛЯ ДОВЕРЕННЫХ АППАРАТНО- ПРОГРАММНЫХ ПЛАТФОРМ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Часть 2

Рассмотрены основные концепции, тенденции, особенности развития относительно нового и стремительно развивающегося направления микроэлектроники – проектирования кибербезопасной ЭКБ для доверенных аппаратно-программных платформ.

**Ключевые слова:** вирусы, программные и аппаратные трояны, киберугрозы, «пирамида кибербезопасности»

Д. Колесников, Е. Сухотерин, В. Богданов, Ю. Павлюк, А. Тучин

**80 НОВАЯ МИКРОСХЕМА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА ДЛЯ ИНТЕРФЕЙСА RS-485 КОМПАНИИ АО «ПКК МИЛАНДР»**

Рассмотрена новая микросхема приемопередатчика для интерфейса RS-485 компании АО «ПКК Миландр» – K5559IH86SI. Приведена информация о характеристиках и особенностях данной микросхемы.

**Ключевые слова:** интерфейс RS-485, приемопередатчик, микросхема

Д. Садеков

**88 РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ MICRON ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

Micron Technology – один из ведущих мировых производителей на рынке DRAM-памяти, NAND / NOR флеш-памяти, SSD-накопителей, карт памяти. В статье представлен обзор решений от Micron, предназначенных для применения в сегменте промышленного Интернета вещей.

**Ключевые слова:** DRAM-память, NAND / NOR флеш-память, SSD-накопитель, карта памяти, промышленный Интернет вещей, DIMM-модуль, Authentica Key Management Service, безопасность как услуга, eMMC-память

Т. Бранд

**94 ДРАЙВЕР ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

В статье описан пример применения инструментального усилителя с программируемым коэффициентом усиления в качестве драйвера прецизионного аналого-цифрового преобразователя. Такое решение позволяет достичь высокой точности преобразования сигнала и создать высококачественную систему сбора данных.

**Ключевые слова:** аналого-цифровой преобразователь, драйвер, системы сбора данных, инструментальный усилитель с программируемым коэффициентом усиления, высокая точность

Д. Махин, Г. Морозова

**96 СЕРИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КОНДЕНСАТОРОВ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА НА НОМИНАЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ 6,3; 10; 16; 25; 50 В С ГАБАРИТНЫМИ РАЗМЕРАМИ ОТ 1005M (0402)**

Сообщается о результатах совместного проекта ООО «Кулон» и АО «НПЦ «СпецЭлектронСистемы» – разработке и освоении в серийном производстве многослойных керамических конденсаторов для поверхностного монтажа серии K10-90. Описаны технология изготовления, конструкция и параметры изделий серии K10-90, указаны типы импортных конденсаторов, для замены которых они предназначены.

**Ключевые слова:** многослойные керамические конденсаторы, поверхностный монтаж, аппаратура ответственного применения, K10-90, импортозамещение

## СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА

В. Кочемасов, А. Сафин, С. Дингес

### 104 ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СВЧ-ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ С ВЫСОКОЙ СКОРОСТЬЮ КОММУТАЦИИ

Часть 4

Рассмотрены твердотельные СВЧ-переключатели с высокой скоростью коммутации. Приведена информация об интегральных переключателях на основе кремниевых технологий КНИ и КНС, а также переключателях, управляемых по USB- и SPI-интерфейсам.

**Ключевые слова:** твердотельный СВЧ-переключатель, время переключения, диапазон частот, входная мощность, развязка, вносимые потери

## СХЕМОТЕХНИКА

А. Воронин

### 116 КАСКАДЫ ОБРАБОТКИ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ С КРЕМНИЕВЫМ ДЕТЕКТОРОМ

Часть 1

В статье рассмотрены способы построения и особенности реализации аналого-цифровых и аналоговых функциональных блоков считывающей электроники кремниевых детекторов в проектах физики высоких энергий и физики космических лучей.

**Ключевые слова:** кремниевый детектор, считывающая электроника, аналоговый КМОП-ключ, аналоговый мультиплексор, коэффициент передачи, аналоговая память, запоминающая емкость, пиковый детектор, отсчет АЦП

## КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЯ

А. Шостак

### 130 РЕВЕРБЕРАЦИОННАЯ КАМЕРА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ВОСПРИИМЧИВОСТЬ К РАДИОЧАСТОТНОМУ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ ПОЛЮ. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В лаборатории ЭМС АО «ТЕСТПРИБОР» проводятся испытания изделий авиационной промышленности гражданского и специального назначения. Основные документы, регламентирующие проведение таких испытаний, – это стандарты КТ-160G / 14G и ГОСТ РВ 6601-001-2008, а также программы и методики предприятий-заказчиков.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, реверберационная камера, полубезэховая экранированная камера

## МИКРО- И НАНОСТРУКТУРЫ

В. Буслюк

### 136 ТЕХНОЛОГИЯ КРЕМНИЕВЫХ ДИОДОВ – ГЕНЕРАТОРОВ ШУМА

Предложена технология кремниевых диодов – генераторов шума со стабильной дислокационной структурой в зоне p-n-перехода, которая достигается посредством управления распределением неконтролируемых примесей путем оплавления лазерным пучком локальных зон с тыльной стороны пластин кремния.

**Ключевые слова:** технология диодов – генераторов шума, твердотельная структура, примеси, дислокации

## ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Д. Чернов

### 140 ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СБОРОЧНО-МОНТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ИЛИ КАК ДОСТИЧЬ КРП ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ

Рассмотрены решения для цифровой трансформации сборочно-монтажного производства, предлагаемые ООО «Остек-СМТ». Отмечено, что комплекс решений Остек-СМТ полностью адаптирован под отечественные условия и позволяет обеспечить эффективность мирового уровня.

**Ключевые слова:** цифровое сборочно-монтажное производство, «Умная линия», «Умное рабочее место»

## ЭКОНОМИКА + БИЗНЕС

А. Брыкин

### 148 ПРИЧИНЫ СИСТЕМНЫХ ПРОБЛЕМ В РАЗВИТИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Часть 1. ПЕРИОД 1917–1945 ГОДЫ

Развитие производственно-технологического комплекса электронной и радиоэлектронной отрасли связано с приоритетами в развитии промышленности и страны в целом. Анализируется ситуация, которая сегодня сложилась в отрасли, делается попытка ответить на вопрос: возможно ли переломить ситуацию, сложившуюся из-за череды стратегических просчетов прошлых периодов развития страны.

**Ключевые слова:** периоды, дореволюционный, революционный, довоенный, военный

## ИНЖЕНЕРУ