

## КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

Н. Болдырев

- 12 **МЫ СЕЙЧАС НАХОДИМСЯ В ФАЗЕ ПЕРЕХОДА  
К ТРАНСПОРТУ БУДУЩЕГО**

## КОЛОНКА ДЕПАРТАМЕНТА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

20

## 22 **НОВОСТИ**

## КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЯ

М. Макушин

- 30 **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДИК  
КОНТРОЛЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ ИС**

По мере освоения все меньших проектных норм, расширения использования 3D-конструкций и разнородных (по проектным нормам и функциональности) многокристальных/многочиплетных модулей возникает потребность в новых методиках верификации.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, машинное обучение, автоматизация, методы тестирования

А. Гатальский, Ю. Ковалевский

- 42 **К ЮБИЛЕЮ SIGNAL HOUND. ОТ БЮДЖЕТНОГО АНАЛИЗАТОРА  
СПЕКТРА ДО КРУПНЫХ ОТРАСЛЕВЫХ РЕШЕНИЙ**

Приводятся сведения об истории и развитии продуктовой линейки Signal Hound, новых решениях компании и преимуществах ее оборудования для российских пользователей, а также ряд характеристик анализаторов спектра и генераторов сигналов Signal Hound в сравнении с характеристиками приборов других вендоров.

**Ключевые слова:** контрольно-измерительное оборудование СВЧ-диапазона, анализатор спектра, генератор сигналов, векторный анализатор цепей, анализатор фазовых шумов, СВЧ-переключатель, радиоизмерения, радиомониторинг

Р. Маркович

## 50 **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ В АНАЛИЗАТОРАХ СПЕКТРА СЕРИИ АКИП-4214**

Функция Pulse Analysis в анализаторе спектра АКИП-4214 предоставляет мощные средства анализа импульсных сигналов позволяя инженерам эффективно оценивать динамическое поведение сигналов в современных системах.

**Ключевые слова:** АКИП-4214, ВЧ-импульсы, анализатор спектра, методы измерения спектра

К. Епифанцев

## 56 **НОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ФОРМЫ**

В статье представлен обзор методов измерения дефектов формы и сплошности, проанализированы их достоинства и недостатки. Описаны измерительные системы, не нуждающиеся в дефицитных компонентах и комплектуемые из доступной элементной базы.

**Ключевые слова:** мультисенсорность, кругломер, отечественные приборы, импортозамещение, программные продукты

К. Волков

## 62 **УСТРОЙСТВО ДИНАМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕАКЦИИ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА ПРИ ПРОТЕКАНИИ В МНОГОСЛОЙНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУРАХ**

Разработано устройство, позволяющее определять в динамическом режиме основные функциональные характеристики реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в многослойных тонкопленочных структурах. В статье представлена структурная схема и описывается конструкция устройства.

**Ключевые слова:** реакция самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, функциональные характеристики, многослойные тонкопленочные структуры, динамический контроль

Ю. Анисимов

## 68 **ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ОСНАТКА. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

ООО «АйСи Сокет» разрабатывает и производит измерительную и испытательную оснастку, в том числе контактирующие устройства любой сложности. В статье описываются различные типы такой оснастки, включая платы функционального контроля, электротермотренировки, платы-носители и платы-формирователи.

**Ключевые слова:** измерительная и испытательная оснастка, контактирующие устройства, тестовые станции, программное обеспечение

## НАДЕЖНОСТЬ И ИСПЫТАНИЯ

Р. Глазунов

### 76 РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ ЭКБ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР ОТ КОМПАНИИ T°LAB

В статье обобщен опыт компании T°Lab по созданию измерительных/настроечных стендов для элементов ЭКБ в интервале температур. Предлагаемые решения упрощают выполнение операций, повышают надежность и существенно снижают стоимость испытательного оборудования.

**Ключевые слова:** климатические камеры, температурный диапазон, тестовая плата, материнская плата, виброразвязка

О. Бордюжа, М. Горлов

### 82 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПАРТИЙ ТРАНЗИСТОРОВ И ДИОДОВ

В статье предложено шесть способов сравнительной оценки качества и надежности партий полупроводниковых приборов. Описаны варьируемые параметры и характеристики, проанализирована достоверность методов. Все способы запатентованы и опробованы на партиях полупроводниковых изделий, изготовленных на предприятиях электронной промышленности РФ.

**Ключевые слова:** сравнительная оценка, качество и надежность, партия полупроводниковых приборов, коэффициент передачи тока транзистора

О. Чупринова

### 92 МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ВОЗМОЖНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ПЕЧАТНОМ УЗЛЕ

В статье рассматривается модель оценки количества неисправностей в печатных узлах, основанная на анализе факторов, влияющих на возникновение дефектов, таких как технологические погрешности, материалы, условия эксплуатации, методы сборки.

**Ключевые слова:** оценка количества неисправностей печатных узлов, интеллектуальный контроль и диагностика печатных узлов

С. Антонычев, А. Анцев, Е. Ежов, Е. Минаков, Е. Янов

### 100 ВИБРОДИАГНОСТИКА И ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА В УПРАВЛЕНИИ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБОРУДОВАНИЯ ТЭК

В статье демонстрируются типичные ошибки монтажа датчиков и последствия некорректной диагностики, приведшие к резонансным явлениям и рискам разрушения вентиляторов трехсекционной градирни. Сделан вывод о необходимости перехода от реактивной к проактивной стратегии обслуживания.

**Ключевые слова:** градирня, датчик вибрации, промышленный Интернет вещей, анализ видов и последствий отказов

## ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

М. Попов, Д. Баканин

### 106 КОНТАКТЫ МИНИАТЮРНЫХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ: КОНСТРУКЦИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

В статье рассмотрены особенности конструкции и электрические параметры контактов миниатюрных соединителей с шагом менее 1,3 мм. Показано, что перспективной конструкцией является контакт типа Twist Pin (витой штырь) с семью точками контактирования, обеспечивающий низкое переходное сопротивление и высокую износостойкость.

**Ключевые слова:** миниатюрные соединители, шаг контактов, контакт типа Twist Pin, контакт типа Flex Pin, контакт типа Stamped Pin

## СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА

К. Джуринский

### 114 РАДИОЧАСТОТНЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ И КАБЕЛИ КАК ИСТОЧНИКИ ПАССИВНОЙ ИНТЕРМОДУЛЯЦИИ В СИСТЕМАХ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

ЧАСТЬ 2

На основе большого числа зарубежных и отечественных публикаций рассмотрены физические процессы возникновения пассивной интермодуляции в радиочастотных соединителях и кабелях, применяемых в системах беспроводной связи. Приведены способы уменьшения уровня пассивной интермодуляции.

**Ключевые слова:** пассивная интермодуляция, отношение сигнал/шум, коррозия контактов, скин-эффект

## КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ

С. Воробьев

### 120 ПЛАСТИКОВЫЕ КОРПУСА С ОТКРЫТОЙ ПОЛОСТЬЮ – ПРЕИМУЩЕСТВА, ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

В статье рассматриваются конструктивные особенности пластиковых корпусов с открытой полостью (ОСРР) и материалы, используемые для их изготовления, в частности, жидкокристаллические полимеры. Анализируются преимущества ОСРР-корпусов, такие как улучшенные ВЧ-параметры и повышенная термостойкость.

**Ключевые слова:** эпоксидный формовочный компаунд, пластиковые корпуса с открытой полостью, жидкокристаллический полимер, термопласты

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Р. Ахметгалиев, Н. Крашенинникова, Е. Алибекова,  
В. Егошин, Е. Ермолаев, Ш. Шугаепов, С. Алибеков

### 128 ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОРПУСОВ ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Анализируются основные проблемы нанесения гальванического покрытия «никель-золото» на основания металлокерамических корпусов, наиболее частые причины плохой адгезии покрытия к подложке и возможные пути устранения дефектов.

**Ключевые слова:** металлокерамические корпуса, гальванического покрытия «никель-золото», никелирование, адгезия

## ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

С. Дашков, С. Филиппова

### 132 КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ОТ СЛАБОГО ЗВЕНА К СИЛЬНОЙ ЦЕПИ ЧАСТЬ 2

Рассматриваются проекты, реализованные инженерами А-КОНТРАКТ за более чем 20-летний срок работы предприятия на российском рынке контрактного производства, и инновационные решения нестандартных задач, возникающих в процессе изготовления высокотехнологичных электронных блоков и модулей.

**Ключевые слова:** контрактное производство, конструкторская документация, оптимизация проекта