

# содержание ЭК №4/2021

## РЫНОК

6 Дмитрий Боднарь  
**Intel повышает ставки и планирует выиграть**

## ИСПЫТАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ

10 Рё Такеда, Бернхард Хользингер, Майкл Циммерман, Майк Хоуз  
**Исследование динамических характеристик силовых полупроводниковых приборов на основе GaN**

14 Вольфганг Франк  
**Стандарты для магнитных и емкостных гальванических развязок**

## РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

17 Максим Брылин  
**Методы объединения РЧ-сигналов**

## БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

20 Иван Давыдцев  
**Методы повышения надежности в беспроводных системах связи**

24 Павел Роденов  
**Формат данных и принцип передачи в 802.11ax**

32 Максим Тарадаев  
**Сотовая связь: от возникновения до современных стандартов**

## ТОПОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

38 Сергей Краснов  
**Как уменьшить перекрестные помехи в многослойных печатных платах**

## ИСТОЧНИКИ И МОДУЛИ ПИТАНИЯ

42 Тимур Улудаг  
**Изолированный силовой модуль Magi<sup>3</sup>C для управления 24-В промышленной шиной**

[www.elcp.ru](http://www.elcp.ru)

Руководитель направления «Разработка электроники» и главный редактор **Леонид Чанов**;  
редакторы: **Владимир Фомичёв**; **Леонид Чанов**; **Екатерина Самкова**;  
редакционная коллегия: **Владимир Фомичёв**; **Леонид Чанов**; реклама: **Антон Денисов**; **Елена Живова**;  
распространение и подписка: **Марина Панова**, **Василий Рябишников**; директор издательства: **Михаил Симаков**

**Адрес издательства:** Москва, 115114, ул. Дербеневская, д. 1, п/я 35, **тел.:** (495) 741-7701; **факс:** (495) 741-7702; **эл. почта:** [info@elcp.ru](mailto:info@elcp.ru), [www.elcp.ru](http://www.elcp.ru)

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА:** **Мир электроники (Самара):** 443080, г. Самара, ул. Революционная, 70, литер 1; **тел./факс:** (846) 267-3139, 267-3140; **e-mail:** [info@eworld.ru](mailto:info@eworld.ru), [www.eworld.ru](http://www.eworld.ru). **Радиоэлектроника:** 620107, г. Екатеринбург, ул. Гражданская, д. 2, **тел./факс:** (343) 370-33-84, 370-21-69, 370-19-99; **e-mail:** [info@radioel.ru](mailto:info@radioel.ru), [www.radioel.ru](http://www.radioel.ru). **ЭЛКОМ (Ижевск):** г. Ижевск, ул. Ленина, 38, офис 16, **тел./факс:** (3412) 78-27-52, **e-mail:** [office@elcom.udmlink.ru](mailto:office@elcom.udmlink.ru), [www.elcompany.ru](http://www.elcompany.ru). **ЭЛКОТЕЛ (Новосибирск):** г. Новосибирск, м/р-н Горский, 61; **тел./факс:** (3832) 51-56-99, 59-93-31; **e-mail:** [info@elcotel.ru](mailto:info@elcotel.ru), [www.elcotel.ru](http://www.elcotel.ru). **Издательство «Электроника инфо»:** 220015, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Пушкина 295. **Тел./факс:** +375 (17) 204-40-00. **E-mail:** [electronica@nsys.by](mailto:electronica@nsys.by), [www.electronica.by](http://www.electronica.by).

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВНИТИ. Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory». Использование материалов возможно только с согласия редакции. При перепечатке материалов ссылка на журнал «Электронные компоненты» обязательна. Ответственность за достоверность информации в рекламных объявлениях несут рекламодатели.

Индекс для России и стран СНГ по каталогу агентства «Роспечать» — 47298, индекс для России и стран СНГ по объединенному каталогу «Пресса России. Российские и зарубежные газеты и журналы» — 39459. Свободная цена. Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати. ПИ №77-17143. Издание зарегистрировано на Украине, свидетельство о государственной регистрации КВН№17602-6452 ПР.

Дата выхода номера 05.04.2021 г.

Учредитель: ООО «ИД Электроника». Тираж 6000 экз.

Отпечатано в типографии «Премиум Пресс»  
197374, Санкт-Петербург, ул. Оптиков, 4

# Надежные тестовые решения требуют лучших технологий



## РАЗРАБОТКА

Получайте полностью работоспособные опытные образцы



## ПРОИЗВОДСТВО

Сделайте производственную линию совершенной с технологиями JTAG



## СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Ремонтируйте цифровые платы даже при отсутствии CAD-данных на них



Периферийное сканирование — это мы.

www.jtag.com • www.jtaglive.com • +7 812 602 09 15 • russia@jtag.com

РЕКЛАМА

46 Чжан Ванг

DC/DC-преобразователи SIMO для усилителей звука

50 Шейн О'Коннор

Двухтактная топология DC/DC-преобразователей для 12-В электромо-  
бильных приложений

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

54 Александр Волков

Некоторые особенности способов экранирования

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА И ПРИБОРЫ

58 По материалам компании Rohde & Schwarz

R&S HM8118: измерение конденсаторов и катушек индуктивности

## АЦП И ЦАП

60 Абхилаша Кол, Васим Шайх

Преимущества использования АЦП CTSD в прецизионных сигнальных цепях

## ВСТРАИВАЕМОЕ ПО

66 Ксавье Биньяле

Использование криптоэлементов для обеспечения безопасности IoT-устройств

## СВЧ

70 Григорий Бодряшов

Дифференциальный блок задержки на МЭМС-переключателях для антенны 3,6 ГГц с регулируемой направленностью

## ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

74 Дмитрий Глазунов

Тенденции развития РЧ-фильтров

## МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

80 Дмитрий Боднар

Полупроводниковая микроэлектроника – 2020. Часть 5. Широкозонные полупроводники как главный инструмент повышения энергоэффективности электроники

## СПРАВОЧНЫЕ СТРАНИЦЫ

90 Новинки месяца. Редакционный обзор

# contents #4/2021

## ELECTRONIC COMPONENTS # 4 / 2021

### MARKET

6 Dmitry Bodnar  
**Intel Raises the Stakes and Plans to Win**

### TESTING

10 Ryo Takeda, Bernhard Holzinger,  
Michael Zimmermann and Mike Hawes  
**GaN Power Semiconductor Device Dynamic  
Characterization**

14 Wolfgang Frank  
**Standards for Magnetic and Capacitive Couplers**

### DESIGN AND DEVELOPMENT

17 Maxim Brylin  
**Understanding RF Signal-Combining Technologies**

### WIRELESS

20 Ivan Davydtsev  
**Understanding Reliability in Bluetooth Technology**

24 Pavel Rodenov  
**IEEE 802.11ax Technology Introduction**

32 Maxim Taradaev  
**Radio Fundamentals for Cellular Networks**

### PCB LAYOUT

38 Sergey Krasnov  
**Stackup Configurations to Mitigate Crosstalk**

### POWER SUPPLIES

42 Timur Uludag  
**Isolated Mag<sup>3</sup>C Power Module Masters  
the 24V Industry Bus**

46 Zhan Wang & Cary Delano  
**The SIMO DC-DC Converter – The Audio Amplifier's  
Best Friend**

50 Shane O'Connor  
**A Push-Pull Topology for DC-DC Converter  
12 V EV Applications**

### EMC

54 Alexander Volkov  
**Some Ways of Shielding**

### INSTRUMENTATION

58 Based on Materials from Rohde & Schwarz  
**R&S HM8118: Measurement of Capacitors  
and Inductors**

### ADC AND DAC

60 Abhilasha Kawle and Wasim Shaikh  
**CTSD ADCs: How to Improve Your Precision ADC  
Signal Chain Designs**

### EMBEDDED SOFT

66 Xavier Bignalet  
**Pre-Provisioned Hardware-Based Secure Elements  
Enable Any Size IoT Deployment to Be Protected**

### MICROWAVE

70 Grigory Bodryashov  
**MEMS Switch-Based Differential Delay Shifter  
for a 3.5 GHz Beam Steering Antenna**

### PASSIVE

74 Dmitry Glazunov  
**Keep Abreast of RF Filtering Trends**

### MICROELECTRONICS

80 Dmitry Bodnar  
**Semiconductor Microelectronics – 2020. Part 5.  
WBGS as the Main Tool for Improving Energy Efficiency**

### REFERENCE PAGES

90 Newly-Designed Products. Monthly Editorial Review