

# содержание ЭК

# №08/2020

## РЫНОК

6 Дмитрий Боднарь  
**Конец эпохи мирового глобализма?**  
После пандемии уклад мировой экономики изменится. Часть 2

## БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

13 Вячеслав Липницкий  
**Применение технологии MIMO для беспроводных каналов передачи**

16 Кирилл Колесников  
**Расположение антенны на плате**

## ТОПОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

18 Сергей Краснов  
**Измерение импеданса линии передачи и выбор длительности фронтов импульсов**

## СЕТИ И ИНТЕРФЕЙСЫ

22 Снеха Мурали  
**Важность партнерства при реализации решений в области интернета вещей**

## ДИСКРЕТНЫЕ СИЛОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

24 Алексей Тепикин  
**Как избавиться от коммутационных потерь**

28 Геннадий Ковалев  
**Силовые MOSFET компании Infineon**

32 Андрей Ершов  
**Новые высоковольтные силовоточные диоды с плавной коммутацией**

36 Владимир Веревкин, Станислав Стригунов, Анастасия Пилипенко, Кирилл Волобуев  
**Влияние топологии многокристалльных IGBT модулей на распределение тока между транзисторными чипами в статических режимах работы**

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

Руководитель направления «Разработка электроники» и главный редактор **Леонид Чанов**  
редакторы: **Владимир Фомичёв; Леонид Чанов;**

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 12.08.2020 г.

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

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

**JTAG TECHNOLOGIES 25** 1993 2018

**Почему Периферийное Сканирование? Почему именно JTAG Technologies?**

- ✓ Сокращение времени разработки изделий
- ✓ Рекордно быстрая окупаемость метода
- ✓ Многоразовое использование тестов
- ✓ Высокая скорость тестирования
- ✓ Доступ к скрытым цепям плат
- ✓ Эффективное производство
- ✓ Экономия трудовых ресурсов
- ✓ Тестирование и программирование плат
- ✓ Станции для лаборатории, цеха и отдела сервиса
- ✓ Мы стоим у истоков периферийного сканирования
- ✓ Клиенты более чем в 50 странах
- ✓ Более 15 лет в России, сотни клиентов
- ✓ Офис техподдержки в России
- ✓ Периферийное сканирование – это мы

**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

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

РЕКЛАМА

## ИСТОЧНИКИ И МОДУЛИ ПИТАНИЯ

40 Дэвид Бак

**Выбор источника питания для работы с трехфазным входным напряжением**

42 Джон Куинлан

**Характеристики источников питания для медицинской техники**

46 Иван Гончаров, Андрей Остапченко

**Бюджетные и компактные источники питания Delta Electronics для серьезных задач электропитания**

50 Фил Дэвис

**Повышение эффективности благодаря изменению схемы распределения электропитания**

## ГЕНЕРАТОРЫ, ТАЙМЕРЫ И СИНТЕЗАТОРЫ СИГНАЛОВ

54 Александр Котюков, Аркадий Никонов, Алексей Заславский и Юрий Иванов

**Особенности применения кварцевых генераторов с высокой температурной стабильностью**

58 Юрий Сенякин

**Усовершенствованные термостатированные кварцевые генераторы с малым энергопотреблением**

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ

60 Сергей Волков

**Микроконтроллеры с очень малым энергопотреблением группы RE 01 компании Renesas**

## ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

66 Павел Субботин

**Методы комбинирования радиочастотных сигналов**

## ВСТРАИВАЕМОЕ ПО

70 Зия Сардар

**Основы криптографии**

## СВЧ

82 Иван Бороздов

**Обзор делителя Уилкинсона**

86 Анатолий Фирсенков, Игорь Мироненко, Аркадий Иванов, Дмитрий Велькин

**Диэлектрические параметры термостабильных нанокompозитных сегнетоэлектрических пленок в СВЧ-диапазоне**

89 Борис Степкин

**Повышение надежности и улучшение характеристик коаксиальных кабелей**

## СПРАВОЧНЫЕ СТРАНИЦЫ

92 Новинки месяца. Редакционный обзор

# contents #08/2020

## ELECTRONIC COMPONENTS # 08 / 2020

### MARKET

- 6 Dmitry Bodnar  
**Is It the End of the World Globalization?  
The World Economy Will Change after Pandemic. Part 2**

### WIRELESS

- 13 Vyacheslav Lipnitsky  
**MIMO for Wireless Links**
- 16 Kirill Kolesnikov  
**Positioning an Embedded Antenna on a PCB**

### PCB LAYOUT

- 18 Sergey Krasnov  
**Predicting and Measuring Impedance  
and Impact of Signal Rise Time on Bandwidth**

### NETWORKS AND INTERFACES

- 22 Sneha Murali  
**Getting IoT Technology Partnerships Right**

### DISCRETE POWER

- 24 Alexey Tepikin  
**Imagine a World without Switching Losses**
- 28 Gennady Kovalev  
**Power MOSFET from Infineon**
- 32 Andrey Ershov  
**New High-Voltage and Heavy-Current Soft-Switching  
Diodes**
- 36 Vladimir Verevkin, Stanislav Strigunov,  
Anastasia Pilipenko and Kirill Volobuev  
**IGBT Multichip Module Layout Impacts on Current  
Distribution between Transistor Chips in Static Mode**

### POWER SUPPLIES

- 40 David Buck  
**Selecting a Power Supply for Operation  
on Three-Phase Input**
- 42 John Quinlan  
**Equipment Power Supply Characteristics  
for Use in Medical Devices**

- 46 Ivan Goncharov and Andrey Ostapchenko  
**Low-Cost Compact Power Supplies  
from Delta Electronics**

- 50 Phil Davies  
**Changing Your Power Distribution Network (PDN)  
Can Unlock New Levels of Performance**

### OSCILLATORS, TIMERS AND WAVEFORM SYNTHESIZERS

- 54 Alexander Kotyukov, Arkady Nikonov,  
Alexey Zaslavsky and Yury Ivanov  
**Application of Quartz Resonators with High  
Temperature Stability**

- 58 Yury Senyakin  
**Improved Temperature-Controlled Quartz Resonators  
with Low Consumption**

### MICROCONTROLLERS AND MICROPROCESSORS

- 60 Sergey Volkov  
**RE 01 MCUs with Ultra-Low Consumption from Renesas**

### PASSIVE

- 66 Pavel Subbotin  
**Methods for Combining RF Signals**

### EMBEDDED SOFT

- 70 Zia Sardar  
**Cryptography: Why Do We Need It?**

### MICROWAVES

- 82 Ivan Borozdov  
**Wilkinson Power Divider**
- 86 Anatoly Firsenkov, Igor Mironenko,  
Arkady Ivanov and Dmitry Velkin  
**Dielectric Parameters of Temperature-Controlled  
Nanocomposite Ferroelectric Films in Microwave  
Range**

- 89 Boris Stepkin  
**Improving Reliability and Characteristics  
of Coax Cables**

### REFERENCE PAGES

- 92 Newly-Designed Products. Monthly Editorial Review