

# содержание ЭК

# №06/2019

## РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

6 Людмила Федорович

**Высококачественные покрытия Ni, Au  
производства АО «ТЕСТПРИБОР»**

## ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

12 Сергей Гладышев

**Встраиваемые системы компьютерного зрения:  
что нового?**

## БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

14 Денис Валуев

**Прямой цифровой синтез DDS**

19 Владимир Соловьев

**Входной каскад с фазированной антенной  
решеткой**

## СЕТИ И ИНТЕРФЕЙСЫ

22 Сергей Киселев

**Ethernet реального времени**

26 Керстин Вагнер, Феликс Граф

**Принципиально новые сферы применения  
ячеистых Bluetooth-сетей**

## ИСТОЧНИКИ И МОДУЛИ ПИТАНИЯ

29 Александр Кораблев

**AC/DC-преобразователи от STMicroelectronics**

34 Анатолий Никифоров

**Обратноходовые преобразователи с активным  
ограничением**

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

журнал для разработчиков

ЭК

Электронные компоненты

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.

Подписано в печать 04.06.2019 г.

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

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

## Electronics Worldwide

### Высокотехнологичные компоненты для инновационных решений

Являясь ведущим дистрибьютором электронных компонентов, мы предлагаем широкий ряд изделий, экспертную техническую поддержку по разработке и конструированию, логистическую помощь, решения по управлению цепочками поставок, а также комплексные услуги.

- Полупроводники
- Пассивные компоненты
- Электромеханические компоненты
- Дисплеи и мониторы
- Платы и системы
- Технологии хранения данных
- Беспроводные технологии

Дополнительную информацию о RUTRONIK см. на [rutronic\\_ru@rutronik.com](mailto:rutronic_ru@rutronik.com)



[www.rutronik.com](http://www.rutronik.com)

Committed to excellence

РЕКЛАМА

40 Прадип Чаттерджи

**Проектирование быстродействующих 350-кВт  
зарядных устройств**

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ

44 Андрей Чистохвалов

**Беспроводные микроконтроллеры  
с процессорным ядром Cortex-M33**

50 Георгий Воронцов

**Микроконтроллеры семейства STM32H753xI  
компании STMicroelectronics**

60 Тим Морин

**Linux и реальное время?**

## СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

63 Татьяна Колесникова

**Применение утилиты LCD Vision программы  
CodeVisionAVR для формирования изображения  
на ЖК-дисплее**

## ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

74 Алексей Чистяков

**Индукторы компании TDK для силовой электроники**

78 Алексей Сазонов

**Виды и применение ПАВ-фильтров**

## РЫНОК

82 **Итоги работы VIII Всероссийской научно-  
технической конференции «Электромагнитная  
совместимость»**

## СВЧ

84 Александр Пономарев

**Матричные РЧ-коммутаторы**

## ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

88 Олег Коротков

**Влияние заряда обратного восстановления  
внутреннего диода MOSFET**

## СПРАВОЧНЫЕ СТРАНИЦЫ

90 **Новинки месяца. Редакционный обзор**

94 **НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ  
НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ**

# contents #06/2019

## ELECTRONIC COMPONENTS # 06 / 2019

### DESIGN AND DEVELOPMENT

6 Ludmila Fedorovich  
**High-quality Ni and Au cover from AO TESTPRIBOR**

### ENGINEERING

12 Sergey Gladyshev  
**Embedded Computer Vision: What's up?**

### WIRELESS

14 Denis Valuev  
**Direct Digital Synthesis**

19 Vladimir Soloviyov  
**A 60-GHz Phased-array Front End for Multi-Gbps Wireless Applications**

### NETWORKS AND INTERFACES

22 Sergey Kiselev  
**Real-time Ethernet**

26 Kerstin Wagner and Felix Graf  
**Bluetooth Mesh Enables Completely New Applications**

### POWER SUPPLIES

29 Alexander Korablev  
**AC/DC Converters from STMicroelectronics**

34 Anatoly Nikiforov  
**Active Clamp Flyback Converters – How They Work and Tips for Design Success**

### DISCRETE POWER

40 Pradip Chatterjee  
**Design Considerations for Fast DC Chargers Targeting 350 Kilowatt**

### MCU AND MPU

44 Andrey Chistokhvalov  
**Wireless MCUs Based on Cortex-M33 Core**

50 George Vorontsov  
**Microcontrollers STM32H753xl from STMicroelectronics**

60 Tim Morin  
**Real-time Linux?**

### DEVELOPMENT TOOLS

63 Tatyana Kolesnikova  
**Applying LCD Vision Utility of CodeVisionAVR Program for Creating LCD Images**

### PASSIVE

74 Alexey Chistyakov  
**TDK Inductors for Power Electronics**

78 Alexey Sazonov  
**Introduction to SAW Filter Theory & Design Techniques**

### MARKET

82 **Results of the VIII All-Russian Scientific and Technical Conference “Electromagnetic compatibility”**

### MICROWAVE

84 Alexander Ponomarev  
**RF Matrix Switch Types and Functionality**

### THEORY AND PRACTICE

88 Oleg Korotkov  
**MOSFET Qrr: Ignore at Your Peril in the Pursuit of Power Efficiency**

### REFERENCE PAGES

90 **Newly-Designed Products. Monthly Editorial Review**

94 **NEW COMPONENTS IN THE RUSSIAN MARKET**