

# содержание ЭК

# № 1 1/2022

## ДИСКРЕТНЫЕ СИЛОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

6 Евгений Силантьев

**Особенности силовых ключей на нитриде галлия**

## ТОПОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

10 Сергей Краснов

**Подавление шума на печатных платах**

## РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

14 Мохаммед Азадифар

**10 рекомендаций по обеспечению целостности сигнала в высокоскоростных линиях передачи данных**

17 Льюис Сантолария, Милад Малек, Афанасиос Месеманолис и др.

**Анализ способов охлаждения силовых полупроводниковых модулей**

## БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

22 Кау Морселле, Брендон Макхью

**Компромиссы между размером, весом, мощностью и эффективностью программно-определяемых радиосистем**

26 Никита Коростелев

**Коэффициент шума в 5G-связи и оборонных системах**

[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**, директор издательства: **Михаил Симаков**

**Адрес издательства:** 115088, Москва, ул. Южнопортовая, д. 7, к. 6, ком. 25/1, тел.: (495) 741-7701; 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 29Б. 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 14.11.2022 г.

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

Отпечатано в типографии «Премиум Пресс»

197374, Санкт-Петербург, ул. Оптиков, 4



# Акционерное общество ЭРКОН

Научно-производственное объединение

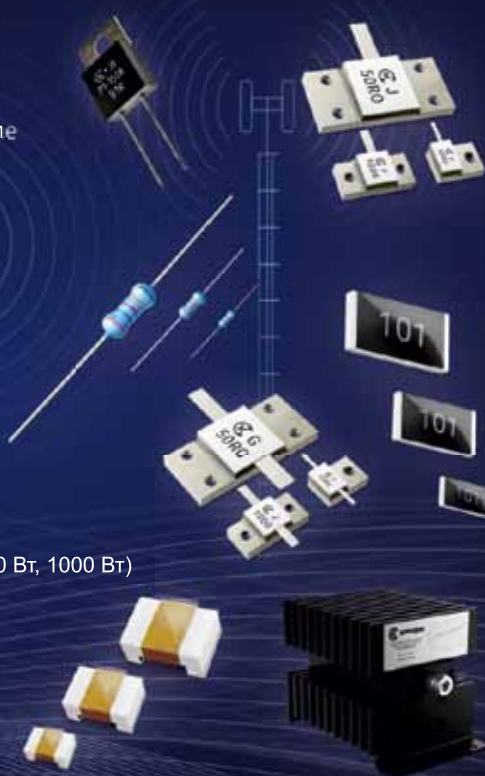
ПРОИЗВОДСТВО, РАЗРАБОТКА  
И ПОСТАВКА ПОСТОЯННЫХ  
РЕЗИСТОРОВ, АТТЕНУАТОРОВ  
И ЧИП-ИНДУКТИВНОСТЕЙ

- Современная производственная база.
- Высокое качество.
- Индивидуальный подход к потребителю.

## НОВИНКИ

Эквиваленты нагрузок ПР1-24 (50 Вт)  
Аттенуаторы ПР1-25 (50 Вт, 100 Вт, 150 Вт, 250 Вт, 300 Вт, 500 Вт, 1000 Вт)  
ТПИ - тепловые чип-переключики  
СВЧ-резисторы Р1-160 (до 40 ГГц)  
Мощные СВЧ-резисторы Р1-170 (до 1000 Вт)

603104, Г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д.6.  
тел.: 8 (831) 202 - 24 - 34 (многоканальный)  
8 (831) 202 - 25 - 52 (отдел продаж)  
E-mail: info@erkon-nn.ru  
www.erkon-nn.ru



РЕКЛАМА

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ

30 Сергей Волков  
**Микроконтроллеры семейства RZ/N2L  
компании Renesas**

## ДАТЧИКИ

34 Евгений Дабуров  
**Как измерить постоянную составляющую тока с помощью трансформатора тока**

## ИСТОЧНИКИ И МОДУЛИ ПИТАНИЯ

37 Виктор Вогман  
**Понижающий стабилизатор напряжения с малыми пульсациями входного тока**

42 Виктор Харламов  
**Решение задач по электропитанию центров обработки данных**

45 Игорь Тихоненко  
**Промежуточные шинные преобразователи**

## ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

48 Сергей Гладышев  
**Обманчивая простота проектирования обратноходового преобразователя**

## СПРАВОЧНЫЕ СТРАНИЦЫ

52 Новинки месяца. Редакционный обзор

57 Производители компонентов, модулей и конечных изделий для B2B-применений. Таблица

# contents # 11 / 2022

## ELECTRONIC COMPONENTS # 11 / 2022

### DISCRETE POWER

6 Evgeny Silantiev  
**Some Features of GaN Power Switches**

### PCB LAYOUT

10 Sergey Krasnov  
**PCB Noise Suppression**

### DESIGN AND DEVELOPMENT

14 Mohammad Azadifar  
**10 Key Strategies to Ensure Signal Integrity at High Data Speeds**

17 Lluís Santolaria, Milad Maleki, Athanasios Mesemanolis et al.  
**Comprehensive Analysis of the Impact of Serial and Parallel Cooling on the Thermal Performance of Power Semiconductor Modules**

### WIRELESS

22 Kaue Morcelles and Brendon McHugh  
**Size, Weight and Power versus Performance Trade-Offs in Software-Defined Radios**

26 Nikita Korostelev  
**Facts about Noise Figure in 5G and Defense Systems**

### MICROCONTROLLERS AND MICROPROCESSORS

30 Sergey Volkov  
**RZ/N2L Microcontrollers from Renesas**

### SENSORS

34 Evgeny Daburov  
**How to Measure the DC Component with a Current Transformer**

### POWER SUPPLIES

37 Victor Vogman  
**Stepdown Voltage Regulator with Reduced Input Current Ripple**

42 Victor Kharlamov  
**Understanding and Overcoming the Challenge of Powering AI in Data Centers**

45 Igor Tikhonenko  
**Intermediate Bus Converters**

### THEORY AND PRACTICE

48 Sergey Gladyshev  
**Deceptive Simplicity of a Flyback Design**

### REFERENCE PAGES

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

57 **Manufacturers of Components, Modules and End Products for B2B Applications. Table**