



# Интернет-магазин [www.icgamma.com](http://www.icgamma.com)



## Быстро и качественно доставляем

Наша компания производит доставку по всей России и ближнему зарубежью



## Огромный ассортимент различных товаров

Более 300 000 различных компонентов от ведущих мировых производителей



## Открытость для покупателей

Доверие покупателей – самое ценное для нас. Мы делаем все, чтобы заслужить и сохранить его



## Гарантия качества

Мы предлагаем только те товары, в качестве которых мы уверены



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

[sale@icgamma.com](mailto:sale@icgamma.com)

тел. +7 (812) 320-40-53 | +7 (812) 327-44-94 доб. 203

# Усилители с нулевым дрейфом компании Analog Devices

ADA4522-1/2/4, ADA4528-1/2, LTC1052, LTC2057HV, LTC2063, Ad8502, AD8541, LTC2069, LTC2064, LTC2066, LTC2058

- Напряжение смещения (тип): от 0,3 мкВ
- Дрейф напряжения смещения (тип): от 2 нВ/°C
- Полоса пропускания: до 6,5 МГц
- Входной ток: от 1 пА
- Минимальное напряжение питания: от 1,7 В
- Максимальное напряжение питания: до 60 В
- Плотность шума: от 5,8 нВ/√Гц
- Минимальный потребляемый ток: от 0,75 мкА
- Количество усилителей в микросхеме: 1 или 2 или 4



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™



• Техническая поддержка

• Сопровождение проектов

• Складская программа

Реклама



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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР В РФ

ООО «ТЕСОН»

Москва  
+7 495 935 71 01  
info@teson.ru

Санкт-Петербург  
+7 812 317 78 71  
info.spb@teson.ru

Екатеринбург  
+7 343 288 78 71  
info.ekb@teson.ru

Новосибирск  
+7 383 388 58 82  
info.nsk@teson.ru

**Главный редактор**

Павел Правосудов | pavel@fsmedia.ru

**Заместитель главного редактора**

Ольга Дорожкина (Зайцева) | olga\_z@fsmedia.ru

**Выпускающий редактор**

Жанна Гордеевцева | zh.gordeevceva@fsmedia.ru

**Редактор**

Наталья Новикова | Natalia.Novikova@fsmedia.ru

**Редакционная коллегия**

Александр Фрунзе,  
Иосиф Каршенбойм,  
Виктор Лиференко, д. т. н., профессор  
Владимир Махов, д. т. н.

**Дизайн и верстка**

Ольга Ворченко | olga@fsmedia.ru

**Отдел рекламы**

Ирина Миленина | irina@fsmedia.ru

**Отдел подписки**

Наталья Виноградова | podpiska@fsmedia.ru

**Москва**

ул. Южнопортовая, д. 7, строение Д, этаж 2  
Тел./факс: (495) 987-3720

**Санкт-Петербург**

197101, Петроградская наб., д. 34, лит. Б  
Тел. (812) 438-1538  
Факс (812) 346-0665  
e-mail: compitech@fsmedia.ru, web: www.kit-e.ru

**Республика Беларусь**

«ПремьерЭлектрик»  
Минск, ул. Маяковского, 115, 7-й этаж  
Тел./факс: (10\*37517) 297-3350, 297-3362  
e-mail: mrom@premier-electric.com

**Отдел распространения**

Санкт-Петербург:  
Виктор Золотарев | victor.zolotarev@fsmedia.ru

**Подписные индексы**

Каталог агентства «Роспечать»	80743
Каталог «Почта России»	
полугодие	60194
год	60195

Подписано в печать 11.10.19  
Тираж 6000 экз.  
Свободная цена

Журнал «Компоненты и технологии» зарегистрирован  
Министерством Российской Федерации по делам печати,  
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ 78-00653  
от 22 июля 2010 года.

**Учредитель**

ООО «Издательство Файнстрит»

**Адрес редакции**

121351, Москва, ул. Ивана Франко, д. 40, к. 1, стр. 2  
Издатель ООО «Издательство Файнстрит»  
197101, СПб, Петроградская наб., д. 34, лит. Б

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

Редакция не несет ответственности за информацию,  
приведенную в рекламных материалах.  
Полное или частичное воспроизведение материалов  
допускается с разрешения  
ООО «Медиа КиТ».

Журнал включен в Российский индекс  
научного цитирования (РИНЦ).  
На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
(www.elibrary.ru) доступны полные тексты статей.  
Статьи из номеров журнала текущего года  
предоставляются на платной основе.

# Содержание

## Рынок

*Анатолий БЕЛОУС,*

*Виталий СОЛОДУХА*

Основные тенденции развития,  
проблемы и угрозы  
современной микроэлектроники

6

*Кэролайн ХЕЙС (Caroline HAYES)*

*Перевод: Владимир РЕНТЮК*

Как будет меняться  
медицинская электроника  
с новым Регламентом  
Европейского союза

16

## Есть мнение

*Илья ЛЕБЕДЕВ*

Сравниваем цифры  
по бренду

## На правах рекламы

ИМС четырехканального  
супервизора питания  
5322CX015 категории качества «ВП»

22

## Компоненты

*Анатолий МИРОНОВ*

Формирование  
оптимальной структуры  
системы электропитания АФАР

24

*Перевод и дополнения:*

*Владимир РЕНТЮК*

DC/DC-преобразователи  
компаний RECOM  
на автомобильном рынке

28

*Константин*

*ВЕРХУЛЕВСКИЙ*

Высоконадежные  
SSD-устройства  
компаний Flexxon

34

*Валерий СОЛОВЬЕВ*

Логическое проектирование  
встраиваемых систем на FPGA.  
Часть 13. Проектирование памяти  
на языке Verilog

42

*Антон ВИСТОРОВСКИЙ,*

*Александр КОРНЕВ*

Конвейерное выполнение  
и потоковая передача данных  
в стандарте OpenCL для IntelFPGA

54

*Александр ШИШАРИН*

Разработка и производство  
микроконтроллеров  
для интеллектуальных карт  
в АО «Ангстрем»

60

*Владимир РЫЖКОВ,*

*Андрей ДЕРЕВЯГИН,*

*Ирина БЕЛОВА*

Российская микросхема  
двухканального радиационно стойкого  
импульсного  
DC/DC-преобразователя

65

## Автоматизация

*Виллард ВУ (Willard WU)*

*Перевод:*

*Константин НЕЯСКИН*

Ограничитель  
пускового тока ICL-16  
от MEAN WELL

70



## НАДЕЖНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

**DCM3414 VIA**  
• **320 Вт**  
• 85 × 35 × 9,4 мм

**-40...+125 °С**  
**или**  
**-55...+125 °С**

**DCM3714 VIA**  
• **600 Вт**  
• 95 × 35 × 9,4 мм

**4623 ChiP**  
• **600 Вт**  
• 48 × 23 × 7,2 мм  
• 29 г

**3623 ChiP**  
• **320 Вт**  
• 38 × 23 × 7,2 мм  
• 24 г

**2322 ChiP**  
• **120 Вт**  
• 24 × 22 × 7,2 мм  
• 15 г

### ПАРАМЕТРЫ DC/DC-КОНВЕРТЕРОВ СЕМЕЙСТВА DCM В НОВЫХ КОРПУСАХ 2322 CHIP

Входное напряжение, В	Номинальное выходное напряжение (В) и максимальная выходная мощность (Вт)						
	3,3 В	5 В	12 В	15 В	24 В	28 В	48 В
30 (9–50)	—	—	60 Вт	60 Вт	60 Вт	60 Вт	60 Вт
43 (14–72)	35 Вт	50 Вт	100 Вт	100 Вт	100 Вт	100 Вт	100 Вт
100 (43–154)	40 Вт	60 Вт	120 Вт	120 Вт	120 Вт	120 Вт	120 Вт

**Editor-in-chief**

Pavel Pravosudov | pavel@fsmedia.ru

**Deputy of editor-in-chief**

Olga Dorozhkina (Zaytseva) | olga\_z@fsmedia.ru

**Managing editor**

Zhanna Gordeeva | zh.gordeeva@fsmedia.ru

**Editor**

Natalia Novikova | Natalia.Novikova@fsmedia.ru

**Editorial staff**

Alexander Frunze  
Victor Liferenko  
Joseph Karshenbojm  
Vladimir Mahov

**Design and layout**

Olga Vorchenko | olga@fsmedia.ru

**Advertising department**

Irina Milenina | irina@fsmedia.ru

**Subscription department**

Natalia Vinogradova | podpiska@fsmedia.ru

**Moscow**

7, building D, floor 2, Yuzhnoportovy str.,  
Moscow, Russia  
Tel. +7 (495) 987-3720

**St. Petersburg**

b. 34 "B", Petrogradskaya Emb.,  
St. Petersburg,  
197101, Russia  
Tel. (812) 438-1538  
Fax (812) 346-0665  
e-mail: compitech@fsmedia.ru  
web: www.kit-e.ru

**Belarus Republic**

Minsk, Premier Electric  
Tel./fax: (10\*37517) 297-3350,  
297-3362  
e-mail: murom@premier-electric.com

**Circulation department**

St. Petersburg:  
Victor Zolotarev | victor.zolotarev@fsmedia.ru

**Subscription index  
for Components & Technologies**

Rospetchat Agency catalogue  
subscription index 80743

# Содержание

## Проектирование

### Иван ЛАРИОНОВ

Серийное производство электроники  
в России. Как мы делали телеметрию 74

### Владимир РЕНТЮК

Оптимизация  
DC/DC-преобразователей  
высокой мощности  
в части ЭМС и КПД 80

### Владимир БУТРОВ

Дискретный синтез  
минимально-фазовых  
и линейно-фазовых  
цифровых БИХ-фильтров 92

### Павел ЧАПОР (Pawel CZAPOR)

Сложности тактирования  
сигма-дельта АЦП 104

### Дэл ДЖОНС (Del JONES)

*Перевод: Михаил РУССКИХ*  
Базовый курс по JESD204C:  
что нового и что из этого  
пригодится вам. Часть 1 114

### Андрей САМОДЕЛОВ

Расширения  
безопасности ARMv8-M  
Security Extensions.  
Требования  
к средствам разработки 118

### Илья ТАРАСОВ

Гетерогенные  
процессорные системы  
на базе ПЛИС Xilinx 124

## Технологии

### Андрей ГОРЕВОЙ

Генераторы сигналов  
PLG06/12/20.  
Часть 2 130

### Алексей ШИГАНОВ

MDO-72000A (AG):  
цифровой осциллограф,  
генератор сигналов  
и анализатор спектра 134

# PC 1.0

Непревзойденная точность измерений до 110 ГГц



PC 1.0 является исключительно прецизионным метрологическим типом интерфейса для измерений в полосе частот до 110 ГГц. Коаксиальные переходы и кабельные сборки компании HUBER+SUHNER отличаются превосходными значениями обратных и вносимых потерь, механической точностью и высокой надежностью.

- Максимальная рабочая частота: 110 ГГц
- Превосходные обратные потери
- Малые вносимые потери
- Надежная конструкция
- Отличное согласование по фазовым характеристикам

