

# КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Components & Technologies

www.kit-e.ru

№ 12 '2018 (декабрь)

ISSN 2079-6811

NEW

## Микроконтроллер STM32L422



### СВЕРХНИЗКОЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ:

- ▶ режим выключения – от 8 нА
- ▶ режим ожидания – от 28 нА
- ▶ режим стоп – от 1 мкА
- ▶ активный режим – от 36 мкА/МГц

Тактовая частота – до 80 МГц  
Производительность 100 DMIPS/273,55 CoreMark  
Алгоритм блочного шифрования AES – ключ 128/256-бит  
4 типа корпусирования: LQFP32 (LQFP48, LQFP64), UFBGA64, UFQFPN32 (UFQFPN48), WLCSP36



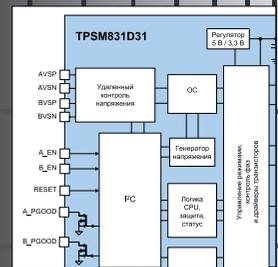
доступны образцы

**pt** ELECTRONICS  
Innovations & Technologies

Единый телефон: 8-800-333-63-50  
info@ptelectronics.ru | www.ptelectronics.ru  
Офисы компании: Санкт-Петербург, Москва, Чебоксары, Нижний Новгород, Екатеринбург, Новосибирск, Ижевск, Таганрог, Пермь



ПЛИС, ПАИС



Модульные источники питания TPSM831D31 с выходным током до 160 А



«Идеальный стабилизатор» в измерительных системах



Создание радиоприемников: избранные главы истории



Компания LRC (Leshan Radio Co) была создана в 1970 году и является крупнейшим производителем полупроводниковых компонентов в западном регионе Китая. Компания предлагает популярные модули транзисторов и диодов по конкурентоспособным ценам.

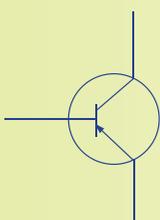


**Тсс.. ЛУЧШИЕ ЦЕНЫ  
НА КЛАССИЧЕСКИЕ  
КОМПОНЕНТЫ!!!**



## ТРАНЗИСТОРЫ

Полевые MOSFET  
Общего применения  
Ключи



## ДИОДЫ

TVS  
ESD  
Стабилитроны  
Шоттки  
Быстродействующие  
Диодные мосты



Официальный Дистрибьютор



**Москва**  
м. Молодежная  
(495) 97 000 99  
info@platan.ru

**Москва**  
м. Электrozаводская  
(495) 744 70 70  
platan@platan.ru

**Санкт-Петербург**  
м. Горьковская  
(812) 232 88 36  
baltika@platan.spb.ru



# ИМПУЛЬСНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ

LT8709, LTM4650, LT8315, LTC3108, LTC3589, LTC3731H, LTC3871, LTC3895,  
LTC7821, LTC7820, LTC3122, LTC3108, LTC3896, ADP2441, ADP2390, LT3748,  
LTC3260, ADP2300, ADP1607, ADP1607, ADP1612, ADP5071, ADP2504, ADP1074

- Диапазон входных напряжений:  
положительных от +0,02 до +560 В  
отрицательных от -80 до -1,5 В
- Выходной ток: до 50 А
- КПД: до 99%
- Количество выходов: от 1 до 8
- Рабочие температуры: от -55°C до +125°C

 **ANALOG  
DEVICES**  
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™



- Техническая поддержка
- Сопровождение проектов
- Складская программа



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

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР В РФ

**Главный редактор**

Павел Правосудов | pavel@fsmedia.ru

**Заместитель главного редактора**

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

**Выпускающий редактор**

Алина Жилина | alina.zhilina@fsmedia.ru

**Редактор**

Наталья Новикова | Natalia.Novikova@fsmedia.ru

**Редакционная коллегия**Александр Фрунзе,  
Иосиф Каршенбойм,  
Светлана Муромцева,  
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: murom@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 18.12.18  
Тираж 6000 экз.  
Свободная ценаЖурнал «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 «Принт24»**

192102, Санкт-Петербург, ул. Самойлова, д. 5, литер В

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

Mean Well открывает офис  
в Санкт-Петербурге 6

### ПЛИС, ПАИС

**Всеволод ЭННС,  
Виктор КОБЗЕВ,  
Игорь КОРЕПАНОВ**  
Применение ПАИС 5400TP035  
в качестве универсальной основы  
построения модулей  
радиационной защиты 8

**Илья ТАРАСОВ**  
Современные  
перспективы применения  
высокопроизводительных ПЛИС  
Xilinx 12

**Валерий СОЛОВЬЕВ**  
Логическое проектирование  
встраиваемых систем на FPGA.  
Часть 3. Элементы  
последовательностных схем:  
зашелки и триггеры 17

**Андрей СТРОГОНОВ,  
Павел ГОРОДКОВ**  
Проектирование  
цифровых устройств  
обработки сигналов  
в системе  
модульно-имитационного  
моделирования Matlab/Simulink  
с использованием Altera DSP Builder 25

**Валерий ЗОТОВ**  
Разработка  
узлов синхронизации  
цифровых устройств  
и встраиваемых  
микропроцессорных систем,  
реализуемых на базе ПЛИС  
фирмы Xilinx семейств  
UltraScale и UltraScale+. Часть 2 33

### Компоненты

**Андрей СОЛОГУБОВ**  
Обзор современных датчиков  
для систем слежения за Солнцем 45

**Том АНДЕРСОН (Tom ANDERSON)**  
**Перевод: Никита МАХНОВ**  
Разъемы IDC  
для транспортных применений 50

Быстродействующий двойной  
драйвер для управления  
MOSFET-транзисторами 52

**Вячеслав ГАВРИКОВ,  
Павел БАШМАКОВ**  
TPSM831D31 —  
новое решение от Texas Instruments  
для организации питания  
цифровой вычислительной техники 54

**Брюс ХАУГ (Bruce HAUG)**  
**Перевод и дополнения:  
Владимир РЕНТЮК**  
Двухнаправленные контроллеры  
DC/DC-преобразователей —  
путь для достижения  
оптимальной производительности  
двухшинных 48/12-В  
автомобильных систем 60

**Андрей САМОДЕЛОВ**  
Изюминки современных  
микроконтроллеров.  
Часть 5. Технология увеличения  
разрешающей способности  
SCTimer/PWM в LPC18xx 67

### Цифровая обработка сигнала

**Сергей БАГРЕЦОВ,  
Роман КАТЮХА,  
Дмитрий ФЕДОРЕНКО**  
Использование вейвлет-преобразования  
для обработки кадра информации  
с видеоаппаратуры 74

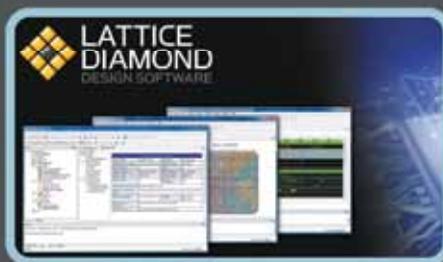


000 «ЭФО» –  
СЕРТИФИЦИРОВАННЫЙ  
ПАРТНЕР  
LATTICE SEMICONDUCTOR

Lattice — один из ведущих производителей ПЛИС, ИС передачи и обработки видео, управления электропитанием и тактированием



Системы автоматизированной разработки для ПЛИС

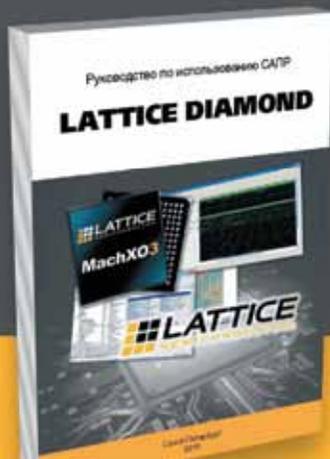


iCEcube2

LatticeMico System

PAC-Designer

ORCAstra



Русскоязычное руководство  
пользователя  
САПР Lattice Diamond

можно заказать – [www.efo.ru/library](http://www.efo.ru/library)



ССЫЛКА  
НА ЗАКАЗ

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



000 «ЭФО» — ПОСТАВКА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

С.-ПЕТЕРБУРГ  
(812) 327-8654  
ZAV@EFO.RU

МОСКВА  
(495) 933-0743  
MOSCOW@EFO.RU

КАЗАНЬ  
(843) 518-7920  
KAZAN@EFO.RU

ЕКАТЕРИНБУРГ  
(343) 278-7136  
URAL@EFO.RU

РОСТОВ-НА-ДОНУ  
(863) 201-2771  
ROSTOV@EFO.RU

ПЕРМЬ  
(342) 220-1944  
PERM@EFO.RU

Н. НОВГОРОД  
(831) 434-1784  
NNOV@EFO.RU

НОВОСИБИРСК  
(383) 286-8496  
NSIB@EFO.RU



**Editor-in-chief**

Pavel Pravosudov | pavel@fsmedia.ru

**Deputy of editor-in-chief**

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

**Managing editor**

Alina Zhilina | alina.zhilina@fsmedia.ru

**Editor**

Natalia Novikova | Natalia.Novikova@fsmedia.ru

**Editorial staff**Alexander Frunze  
Svetlana Muromtseva  
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**KSS agency**Tel. in Kiev: 044-270-6220, 270-6222  
subscription index 10358

## Содержание

### Проектирование

#### *Александр СМОЛЬЯКОВ*

«Идеальный стабилизатор»  
и его использование  
в измерительных системах

77

#### *Пётр ПОЗДНЯКОВ,*

#### *Денис ЗЕМСКОВ*

Разработка приложений  
для SnK SmartFusion2  
с использованием  
Liberio SoC и SoftConsole.  
Часть 13.

Подключение  
пользовательских  
логических модулей  
к микроконтроллерной  
подсистеме SmartFusion2  
по шине APB3

82

#### *Елизавета ФРОЛОВА*

Синтезируемая модель  
32-разрядного  
контроллера DMA  
с функцией расчета  
контрольных сумм CRC. Часть 2

89

#### *Сергей КУРАПОВ,*

#### *Максим ДАВИДОВСКИЙ*

Топологический рисунок графа  
и размещение элементов  
в плоских конструктивах

98

#### *Владимир МАХОВ,*

#### *Владимир ПЕТРУШЕНКО,*

#### *Владислав ШИРОБОКОВ,*

#### *Александр ЗАКУТАЕВ*

Экспериментальный стенд  
аппаратно-программного комплекса  
контроля объектов  
космического пространства

106

### Технологии

#### *Павел БАЙБАКОВ*

Калибровка  
контрольно-измерительных систем  
миллиметрового диапазона

114

### История

#### *Брэд БРЭННОН (Brad BRANNON)*

#### *Перевод: Михаил РУССКИХ*

Создание радиоприемников:  
избранные главы истории  
и последние достижения  
в этой области

120

### Рубрикатор

Перечень статей, опубликованных  
в журнале «Компоненты и технологии»  
в 2018 году

130