

**ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ**

2003 июнь  
№ 6 (70)

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



**Учредитель и издатель:**  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА **VD MAIS**

Зарегистрирован  
Министерством информации  
Украины 24.07.96 г.  
Свидетельство о регистрации:  
серия КВ, № 2081Б  
Издается с мая 1996 г.  
Подписной индекс 40633

**Директор фирмы VD MAIS:**  
В.А. Давиденко

**Главный редактор:**  
А.В. Ермолович

**Научный редактор:**  
В.А. Романов

**Редакционная коллегия:**  
В.А. Давиденко  
В.В. Макаренко  
В.Р. Охрименко

**Технический редактор:**  
Г.Д. Местечкина

**Набор:**  
С.А. Чернявская

**Верстка:**  
М.С. Заславская

**Дизайн:**  
А.А. Чабан  
С.А. Молокович

**Адрес редакции:**  
Украина, Киев,  
ул. Жилинская, 29  
**Тел.:** (044) 227-2262, 227-1356  
**Факс:** (044) 227-3668  
**E-mail:** info@vdmals.kiev.ua  
**Интернет:** www.vdmals.kiev.ua  
**Адрес для переписки:**  
Украина, 01033 Киев, а/я 942

Цветоделение и печать  
ДП "Такі справи"  
т./ф.: 456-9020

Подписано к печати 23.06.2003  
Формат 60x84/8  
Тираж 1000 экз.  
Зак. № 306-157-4143

**УСИЛИТЕЛИ**

Новые микросхемы малошумящих широкополосных усилителей ..... 3

**ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ**

ПЛИС становятся конкурентоспособной альтернативой ASIC ..... 5  
В каких случаях ПЛИС типа CPLD предпочтительнее  
ПЛИС типа FPGA? ..... 7

**ИНТЕРФЕЙСЫ**

Контроллер беспроводного интерфейса USB ..... 8

**СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ**

Восьмиразрядные микропроцессор Rabbit 3000 ..... 10

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**

Низкопрофильные AC/DC-, DC/DC-преобразователи  
LPS125/128 с высокой удельной мощностью ..... 16  
AC/DC-, DC/DC-преобразователи  
серий E-TOP30, D-TOP60/120 ..... 17

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES**

Микросхемы с низким потреблением ..... 19

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**

Анализаторы технического состояния аккумуляторов ..... 31  
Микросхемы источников питания для светодиодов ..... 33

**КОНКУРС: ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА**

Система криптографической защиты  
конфиденциальной информации  
в каналах сотовой связи стандартов GSM 900/1800 ..... 35

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ**

Приемопередающие радиотракты  
с цифровой обработкой сигналов ..... 37

**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

Одноплатные промышленные компьютеры семейства ROBO ..... 44

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

Рост электронной промышленности США ..... 47  
Микросхемы линейных стабилизаторов  
со сверхнизким падением напряжения ..... 47  
Новые сенсоры BERO ..... 48  
Компактный газовый хроматограф ..... 48

Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается с разрешения редакции.  
За рекламную информацию ответственность несет рекламодатель.



## CONTENTS

### AMPLIFIERS

New Low-Noise Wideband Amplifier ICs ..... 3

### PROGRAMMABLE LOGIC

PLDs Become Able to Meet Competition of ASICs ..... 5  
Why Choose a CPLD Over an FPGA ..... 7

### INTERFACES

WirelessUSB RF Interface ..... 8

### DSPs AND MICROCONTROLLERS

8-bit Microprocessor Rabbit 3000 ..... 10

### POWER SUPPLIES

Low-Profile AC/DC, DC/DC Converters LPS125/128  
with High Specific Power ..... 16  
AC/DC, DC/DC Converters  
Series E-TOP30, D-TOP60/120 ..... 17

### THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN

Low Power Solutions ..... 19

### POWER SUPPLIES

Analyzers of Rechargeable Batteries Condition ..... 31  
White LED Constant Current Supply ICs ..... 33

### BEST DESIGN ANNUAL CONTEST

System for Cryptographic Protection of Confidential Information  
in GSM 900/1800 Cellular Communication Channels ..... 35

### TELECOMMUNICATIONS

Transceivers with Digital Signal Processing Sections ..... 37

### CONTROL AND AUTOMATION

ROBO Series of Industrial Single Board Computers ..... 44

### NEWS BRIEFS

US Manufacturing Down, Electronics Up ..... 47  
Ultralow Dropout Voltage LDOs ..... 47  
New BERO Sensors ..... 48  
Compact Gas Chromatograph ..... 48



**ELECTRONIC  
COMPONENTS  
AND SYSTEMS**

June 2003  
No 6 (70)

Monthly  
Scientific and Technical  
Journal

**Founder and Publisher:**  
Scientific-Production Firm  
**VD MAIS**

**Director**  
V.A. Davidenko

**Head Editor**  
A.V. Yermolovich

**Scientific Editor**  
V.A. Romanov

**Editorial Board**  
V.A. Davidenko  
V.V. Makarenko  
V.R. Ohrimenko

**Typographer**  
G.D. Mestechkina

**Type and setting**  
S.A. Chernyavskaya

**Layout**  
M.S. Zaslavskaya

**Design**  
A.A. Chaban  
S.A. Molokovich

**Address:**  
Zhilyanska St. 29, P.O. Box 942,  
01033, Kyiv, Ukraine

**Tel.:**  
(380-44) 227-2262  
(380-44) 227-1356

**Fax:**  
(380-44) 227-3668

**E-mail:**  
info@vdmairs.kiev.ua

**Web address:**  
www.vdmairs.kiev.ua

Reproduction of text and illustrations  
is not allowed without written permission.

Printed in Ukraine



## НОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ МАЛОШУМЯЩИХ ШИРОКОПОЛОСНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

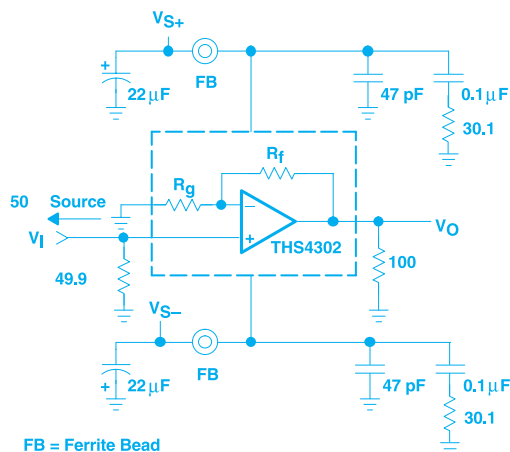
В статье приведены краткие характеристики новых микросхем широкополосных малошумящих усилителей, разработанных в 2002 г. ведущими производителями аналоговых микросхем.

А. Ермолович

### Усилители

#### с фиксированным коэффициентом усиления

Фирма Texas Instruments в конце 2002 г. начала выпуск микросхемы THS4302 неинвертирующего широкополосного малошумящего усилителя с фиксированным коэффициентом усиления. Микросхема изготавливается по новой SiGe-технологии и по итогам престижного конкурса журнала EDN признана лучшей аналоговой микросхемой 2002 года. В нее входят широкополосный операционный усилитель типа current feedback и резистивная цепь обратной связи. Рекомендуемая схема включения THS4302 приведена на рис. 1.



FB = Ferrite Bead

Рис. 1. Схема включения THS4302

В 2003 году Texas Instruments планирует начать выпуск аналогичной микросхемы THS4303, отличающейся от THS4302 значениями сопротивления резисторов цепи обратной связи и коэффициента усиления (см. таблицу).

Тип микросхемы	Коэффициент усиления	Сопротивление, Ом	
		R <sub>f</sub>	R <sub>g</sub>
THS4302	+5	200	50
THS4303	+10	400	50

Основные характеристики микросхем:

- полоса частот 2.4 ГГц
- скорость нарастания выходного напряжения 5500 В/мкс
- приведенная к входу спектральная плотность шума 2.8 нВ/√Гц
- низкий уровень искажений:
  - уровень третьей гармоники -86 дБн на частоте

- 30 МГц и -81 дБн на частоте 70 МГц
- уровень интермодуляционных искажений третьего порядка -88 дБн на частоте 100 МГц и -73 дБн на частоте 300 МГц
- уровень IP3 39 дБм на частоте 100 МГц и 32 дБм на частоте 300 МГц
- выходной ток ±180 мА
- напряжение питания ±(1.5...2.5) или +(3...5) В
- максимальный ток потребления в режиме покоя и отключения соответственно 48 и 1.2 мА
- диапазон рабочих температур -40...+85 °С
- корпус S-PQFP-N16 габаритами 3×3×0.9 мм.

Микросхемы предназначены для применения в устройствах радиосвязи, тестовой и измерительной аппаратуре.

Дополнительную информацию о микросхемах можно получить в сети Интернет по адресу: [www.ti.com](http://www.ti.com)

### Усилители

#### с регулируемым коэффициентом усиления

Фирма Analog Devices в 2003 г. начала выпуск микросхемы AD8332 двояного малошумящего усилителя с коэффициентом усиления, регулируемым напряжением. Эта микросхема предназначена для использования в качестве нормализатора уровня сигналов для высокоскоростных 10-/12-разрядных АЦП. Микросхема содержит в каждом канале (рис. 2) малошумящий предварительный усилитель (LNA) с коэффициентом усиления 19 дБ, усилитель (VGA) с регулируемым в диапазоне (-27...+21) дБ коэффициентом усиления и оконечный усилитель (POST AMP) с переключаемым коэффициентом усиления +3.5 или +15.5 дБ (коэффициент усиления устанавливается двухуровневым сигналом на входе HILO). Входы VGA подключаются к выходам LNA через разделительные конденсаторы. Коэффициент усиления VGA 1 и VGA 2 регулируется одновременно уровнем напряжения, подаваемого на вход

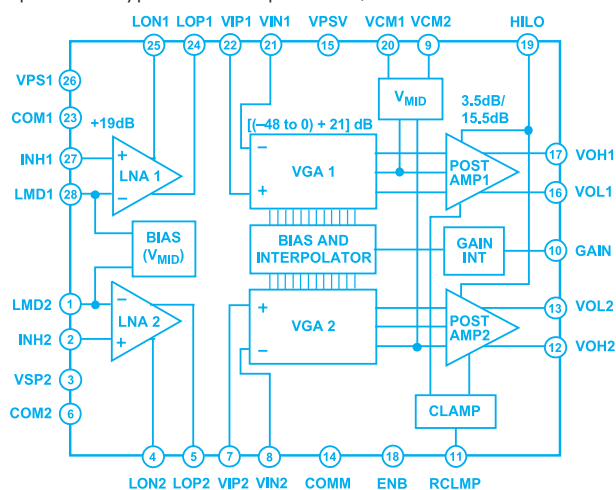


Рис. 2. Структурная схема AD8332



GAIN (коэффициент усиления в дБ пропорционален напряжению на этом входе, крутизна регулировочной характеристики 50 дБ/В).

Основные характеристики микросхемы AD8332:

- полоса пропускания (по уровню 3 дБ) 120 МГц
- скорость нарастания выходного напряжения 650 В/мкс
- приведенная ко входу спектральная плотность напряжения шума 0.74 нВ/√Гц
- приведенная ко входу спектральная плотность шумового тока 2.5 пА/√Гц
- коэффициент усиления микросхемы (-4.5...+43.5) или (+7.5...+55.5) дБ
- рассогласование коэффициентов усиления каналов не более ±0.1 дБ
- изменение группового времени задержки в диапазоне частот (5...50) МГц не более ±2 нс
- активное (с использованием внешней цепи параллельной отрицательной обратной связи по напряжению) согласование входного импеданса с импедансом источника сигнала, диапазон изменения входного сопротивления (50...500) Ом
- регулируемые по входу RCLMP уровни ограничения выходного сигнала
- напряжение питания (5±0.5) В
- потребляемая мощность 125 мВт/канал
- диапазон рабочих температур -40...+85 °С
- корпус 28-TSSOP или 32-LFCSP.

Микросхема предназначена для использования в гидролокаторах и устройствах ультразвуковой интроскопии, в которых усиление (в дБ) требуется повышать пропорционально времени ожидания отраженного сигнала, а также в трактах ПЧ радиоприемников для согласованного усиления составляющих I и Q квадратурно модулированного сигнала. В дальнейшем фирма Analog Devices планирует начать выпуск одноканального (AD8331) и четырехканального (AD8334) вариантов усилителя.

Дополнительную информацию о микросхемах можно получить в сети Интернет по адресу: [www.analog.com](http://www.analog.com)

#### Быстродействующий маломощный операционный усилитель

Фирма National Semiconductor в 2003 г. начала выпуск микросхемы LMН6624 быстродействующего маломощного операционного усилителя типа voltage feedback. Этот усилитель устойчиво работает при коэффициенте усиления не менее 10 и имеет следующие характеристики:

- произведение полосы пропускания на коэффициент усиления 1.5 ГГц
- граничная частота при коэффициенте усиления +10 составляет 190 МГц
- скорость нарастания выходного напряжения

350 В/мкс

- спектральная плотность приведенного ко входу напряжения шума 0.92 нВ/√Гц
- максимальное напряжение смещения нуля 0.5 мВ
- максимальный входной ток смещения 25 мкА
- максимальный выходной ток 100 мА
- уровень второй и третьей гармоники на частоте 10 МГц соответственно -65 и -80 дБ
- напряжение питания +(5...15) В
- ток потребления 15 мА
- диапазон рабочих температур от -40 до +125 °С
- корпус 5-SOT-23.

Микросхема предназначена для применения в трактах ПЧ аппаратуры радиосвязи, телекоммуникационном оборудовании и видеоаппаратуре.

Дополнительную информацию о микросхеме можно получить в сети Интернет по адресу: [www.national.com](http://www.national.com)

#### Высокочастотный усилитель

Сектор полупроводниковых компонентов компании Motorola в 2002 г. начал выпуск первой микросхемы маломощного высокочастотного усилителя MBC13916, изготавливаемой с применением новой SiGe:C-технологии. Микросхема содержит каскадный усилитель с цепями смещения и предназначена для работы в диапазоне частот 0.1...2.5 ГГц. Рекомендуемая схема включения MBC13916 для усиления сигналов частотой 900 МГц приведена на рис. 3.

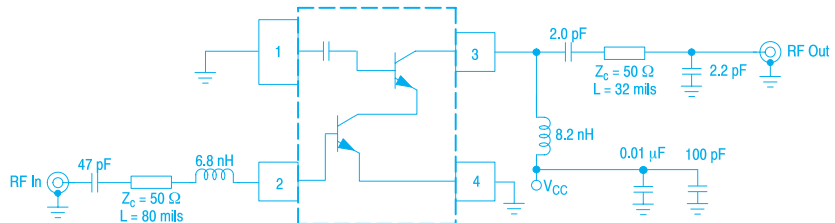


Рис. 3. Схема включения MBC13916

Основные характеристики микросхемы:

- типовое значение коэффициента шума 1.25 дБ на частоте 900 МГц и 2.1 дБ на частоте 1.9 ГГц
- типовое значение коэффициента усиления 19 дБ на частоте 900 МГц и 11.5 дБ на частоте 1.9 ГГц
- типовое значение проникания сигнала с выхода на вход -42 дБ на частоте 900 МГц и -28 дБ на частоте 1.9 ГГц
- напряжение питания +(2.7...5) В
- ток потребления 4.7 мА при напряжении питания 2.7 В
- диапазон рабочих температур от -40 до +85 °С
- корпус SOT-343R.

Микросхема предназначена для использования в маломощных усилителях и управляемых напряжением генераторах аппаратуры радиосвязи.

Дополнительную информацию о микросхеме можно получить в сети Интернет по адресу: [www.mot-sps.com](http://www.mot-sps.com)



## ПЛИС СТАНОВЯТСЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ АЛЬТЕРНАТИВОЙ ASIC

*Ведущие производители ПЛИС предложили новые семейства микросхем, предназначенных для замены ASIC: компания Xilinx – семейства Spartan-IIЕ, Spartan-3; компания Altera – семейство Cyclone.*

**Э. Комухаев**

Новые ПЛИС (программируемые логические интегральные схемы), выполненные на базе технологий 90-130 нанометров, позволяют создавать на их базе конкурентоспособные изделия, выпускаемые большими сериями. До этого ПЛИС чаще использовались для ускорения выпуска малых партий изделий, а большие серии переводились на ASIC (Application Specific Integrated Circuit – интегральные микросхемы специализированного применения), цифровые сигнальные процессоры или процессоры общего назначения. Аprobация на ПЛИС позволяла оперативно откорректировать ошибки путем реконfigurирования ПЛИС, оценить реакцию рынка.

В 2000-2001 гг. ряд потребителей ПЛИС фирмы Altera воспользовался лазерными технологиями фирмы Clear Logic, с помощью которых испытанные образцы запрограммированных ПЛИС фирмы Altera переводились

на ASIC со значительными упрощениями, удешевлением, но без поддержки режимов реконfigurирования. Такой же процесс перевода на ASIC готовился и для разработок на базе ПЛИС фирмы Xilinx. Однако в июле 2002 года в результате судебного процесса по иску фирмы Altera такие преобразования проектов на ПЛИС в ASIC были признаны нарушающими права интеллектуальной собственности фирмы Altera. Согласно решению суда Web-сайт фирмы Clear Logic ликвидирован, ее сотрудники уволены, складские запасы заказанных ASIC уничтожены.

Фирма Altera в конце 2002 года предложила как альтернативу ASIC свое новое семейство ПЛИС Cyclone типа FPGA, изготавливаемых с технологическими нормами 130 нанометров, со стоимостью примерно \$ 1.50 за тысячу логических элементов. Для микросхем этого семейства разработан широкий набор решений, являющихся интеллектуальной собственностью фирмы, включая решения для PCI-шины, быстрого преобразования Фурье, контроллеров памяти и др. [1]. В таблице 1 приведены параметры ПЛИС семейства Cyclone.

Значительно больший набор микросхем ПЛИС для замены ASIC предлагает компания Xilinx. В семейство

**Таблица 1. Параметры ПЛИС семейства Cyclone**

Наименование микросхемы	EPIC3	EPIC6	EPIC12	EPIC20
Количество логических элементов	2910	5980	12 060	20 060
Количество блоков ОЗУ	13	20	52	64
Объем ОЗУ, бит	58 000	90 000	234 000	288 000
Количество схем синхрoуправления	1	2	2	2
Макс. кол-во контактов ввода/вывода, распределяемых пользователем	104	185	249	301
Типы корпусов	100-TQFP, 144-TQFP	144-TQFP, 240-PQFP, 256-FBGA	240-PQFP, 256-FBGA, 324-FBGA	324-FBGA, 400-FBGA

**Таблица 2. Параметры ПЛИС семейства Spartan-IIЕ**

Наименование микросхемы		XC2S50E	XC2S100E	XC2S150E	XC2S200E	XC2S300E	XC2S400E	XC2S600E
Количество системных вентиляей	мин.	23 000	37 000	52 000	71 000	93 000	145 000	210 000
	макс.	50 000	100 000	150 000	200 000	300 000	400 000	600 000
Количество логических ячеек		1728	2700	3888	5292	6912	10800	15552
Матрица КЛБ *		16×24	20×30	24×36	28×42	32×48	40×60	48×72
Объем ОЗУ, кбит:	– блочного	32	40	48	56	64	160	288
	– распределенного	24	37,5	54	73,5	96	150	216
Кол-во блоков ввода/вывода		182	202	265	289	329	410	514
Количество дифференциальных пар линий ввода/вывода		83	86	114	120	120	172	205
Число контактов, распределяемых пользователем, для корпусов:	PQ208	142	142	142	142	142		
	TQ144	102	102					
	FT256	182	182	182	182	182	182	
	FG456		202	265	289	329	329	329
	FQ676						410	514

\* КЛБ – конфигурируемый логический блок



Таблица 3. Параметры семейства Spartan-3

Наименование микросхемы ХС...	3S50	3S200	3S400	3S1000	3S1500	3S2000	3S4000	3S5000
Количество системных вентиляей	50 тыс.	200 тыс.	400 тыс.	1 млн	1,5 млн	2 млн	4 млн	5 млн
Количество логических ячеек	1728	4320	8064	17 280	29 952	46 080	62 208	74 880
Количество блоков ОЗУ	–	12	16	24	32	40	96	104
Объем ОЗУ, бит	–	216 000	288 000	432 000	576 000	720 000	1728	1872
Объем распределенного ОЗУ, бит	12 000	30 000	56 000	120 000	208 000	320 000	432 000	520 000
Количество схем управления синхронизацией	–	4	4	4	4	4	4	4
Количество блоков ввода/вывода	124	173	264	391	487	565	712	784
Кол-во дифф. пар линий ввода/вывода	56	76	116	175	221	270	312	344
Количество контактов, распределяемых пользователем, в корпусах:	VQ100	63	63					
	TQ144	97	97	97				
	PQ208	124	141	141				
	FT256		173	173	173			
	FG456			264	333	333		
	FG676				391	487	489	
	FG900						565	633
FG1156							712	784

ПЛИС Spartan-IIЕ типа FPGA, изготавливаемых с технологическими нормами 130 нанометров, входит 7 микросхем (напряжение питания 1.8 В), поддерживающих режимы с тактовой частотой свыше 200 МГц. В таблице 2 приведены параметры микросхем семейства Spartan-IIЕ.

Все микросхемы семейства Spartan-IIЕ кроме блочного содержат распределенное ОЗУ, которое отсутствует в микросхемах Cyclone. Блоки двухпортового синхронного ОЗУ имеют независимое управление для каждого порта. Каждый конфигурируемый логический блок (КЛБ) содержит два буфера с тремя состояниями для реализации шин внутри кристалла. В линиях внешних вводов/выводов поддерживаются стандарты LVDS, BLVDS, LVPECL низковольтных дифференциальных интерфейсов передачи данных, обеспечивающих высокую скорость передачи и помехоустойчивость. Для каждой дифференциальной пары ввода/вывода выделены два соседних вывода микросхемы.

Самыми большими ресурсами для замены ASIC обладает семейство Spartan-3 компании Xilinx, выпуск которого начат в марте 2003 года на базе новейшей технологии (90 нанометров) [3]. Согласно оценкам компании CAST стоимость одного миллиона вентиляей (это до 17 тысяч логических ячеек) в составе Spartan-3 составляет примерно \$ 20, а четырех миллионов вен-

тилей – около \$ 100 [2]. В таблице 3 приведены параметры восьми микросхем семейства Spartan-3, для которых предусмотрена гибкая регулировка тактовых частот от 25 до 325 МГц.

В заключение отметим широкий интерес многих ведущих компаний к применению ПЛИС в качестве альтернативы ASIC, объем продажи которых в 2002 г. составил примерно \$ 23 млрд. Представители корпораций Microsoft, IBM, Xerox и др. особенно выделяют технические и экономические показатели ПЛИС семейства Spartan-3. Возможности данного семейства ПЛИС по производительности позволяют использовать их для реализации цифровых сигнальных процессоров. В частности, ПЛИС семейства Spartan-3 содержат 104 встроенных 18-разрядных умножителя, обеспечивающих производительность 276 млрд. операций умножения с накоплением в секунду (Multiply and Accumulate – MAC). Для ПЛИС этого семейства предлагается обширная библиотека лицензионных функций.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.altera.com/cyclone>
2. <http://www.cast-inc.com>
3. <http://www.xilinx.com/company/success/spartan3quotes.htm>

## «Электронные компоненты и системы»!

**Подписка через редакцию – по сети Интернет: [www.vdmais.kiev.ua/](http://www.vdmais.kiev.ua/) страница “Журнал” раздел “Подписка на журнал”.**

**Подписчикам предоставляются бесплатно CD-ROM (по заказу) и издаваемые VD MAIS каталоги**

**дешевле надежнее**

ЭКИС



## В КАКИХ СЛУЧАЯХ ПЛИС ТИПА CPLD ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЕЕ ПЛИС ТИПА FPGA? \*

На вопросы разработчиков отвечает специалист  
фирмы Cypress Semiconductor Michael T. Moore.

Статья сопровождается комментариями редакции  
журнала "ЭКиС".

Современные ПЛИС типа CPLD обладают высокой гибкостью, обеспечивают простоту отладки и программирования, позволяют быстро создавать и продвигать на рынок новые изделия электронной техники. К основным достоинствам ПЛИС типа CPLD относятся следующие:

- большое число встроенных логических схем
- большой объем встроенной памяти (например, RAM объемом 480 кбит в семействе Delta39K200 фирмы Cypress Semiconductor)
- гибкая модель логической схемы, учитывающая задержки распространения сигналов
- высокая гибкость при изменении назначения выводов проектируемого устройства
- наличие внутрисистемного перепрограммирования
- большое число входов/выходов
- встроенная логика управления памятью
- возможность программирования на физическом уровне.

Перечисленные достоинства позволяют в сжатые сроки проектировать сложные изделия, отличающиеся невысокой стоимостью, с возможностью изменения назначения выводов микросхем на любой стадии проектирования нового изделия.

### Вопрос: В чем состоит разница между ПЛИС типа CPLD и FPGA?

ПЛИС типа CPLD могут иметь как высокий, так и низкий уровень интеграции, начиная от простых логических устройств и заканчивая высокоинтегрированными микросхемами с большим логическим ресурсом, включающими FIFO-память. В качестве примера ПЛИС типа CPLD рассмотрим высокоинтегрированное семейство фирмы Cypress типа Delta39K200 и программируемые последовательные интерфейсы (PSI), причем программирование этих ПЛИС осуществляется на физическом уровне.

**Особенности архитектуры ПЛИС типа CPLD.** ПЛИС типа CPLD – это программируемые логические устройства с высоким отношением количества логических элементов к количеству регистров, отличающиеся гибким ресурсом трассировки. ПЛИС типа CPLD объединены в кластерные матрицы с вертикальными и горизонтальными связями.

**Особенности функциональной организации ПЛИС типа CPLD.** Базовым элементом ПЛИС типа CPLD является макроячейка. Каждая макроячейка содержит

большое количество комбинированных логических схем с минимальными задержками. Макроячейки объединены в логические блоки по 16 ячеек в каждом. Логические макроячейки осуществляют операции "И", объединенные по "ИЛИ". В составе одного кластера имеется восемь логических блоков. Шесть кластеров объединены в одну программируемую матрицу. Каждый кластер, кроме того, содержит встроенные один или два порта или FIFO-память.

### Вопрос: Как может использовать ПЛИС типа CPLD разработчик аппаратуры, проектируемой на основе ПЛИС типа FPGA?

1. Большое число входов/выходов ПЛИС типа CPLD позволяет повысить плотность компоновки проектируемого изделия не менее чем на 70 %.

2. Простая временная модель, минимальная задержка pin-to-pin при выполнении логической операции, независимость времени выполнения операции от трассировки при построении широкого класса устройств – все это обеспечивает высокую скорость проектирования изделий на основе ПЛИС типа CPLD, отличающихся минимальными задержками при выполнении логических операций.

3. Высокоплотная архитектура ПЛИС типа FPGA приводит к существенным задержкам, если в цепочку включено большое число элементов. При небольшом количестве логических элементов, расположенных вблизи друг от друга, задержки ПЛИС на основе FPGA незначительны. Однако, если в проектируемом изделии число логических элементов увеличивается, то накапливается существенная задержка, снижающая быстродействие устройства в целом.

4. Гарантируемая задержка ПЛИС типа CPLD позволяет изменять назначение выводов в процессе разработки без потери скорости выполнения операций законченного изделия.

5. ПЛИС типа CPLD содержат встроенную FIFO-память с двухпортовой управляющей логикой для обеспечения гарантируемой скорости выполнения операций. Это позволяет исключить внешние компоненты при проектировании изделий на основе CPLD и соответственно не использовать дополнительные средства программирования.

CPLD семейства Delta39K200 фирмы Cypress имеют встроенную память, объем которой в пять раз превышает объем памяти аналогичных ПЛИС типа FPGA (при одинаковых размерах кристаллов). В связи с тем, что плотность ПЛИС типа CPLD ниже плотности FPGA, стоимость ПЛИС CPLD также ниже стоимости ПЛИС типа FPGA.

\* Michael T. Moore. Why Choose a CPLD Over an FPGA. – *Wireless Design & Development*, April, 2003 ([www.wirelessDesignMag.com](http://www.wirelessDesignMag.com)). Перевод с английского В. Романова.



## Комментарий научного редактора журнала "ЭКиС" В. Романова

Основные достоинства ПЛИС типа CPLD освещены в статье несколько декларативно и несут в большой степени рекламный характер. Так, например, утверждение того, что современные ПЛИС типа CPLD имеют мощные аппаратные ресурсы (логику и память), внутрисистемное репрограммирование, большое число входов/выходов и т. д., справедливы также в отношении современных ПЛИС типа FPGA.

К основным достоинствам всех CPLD следует отнести, прежде всего, их энергонезависимость и, как правило, малую стоимость. Поэтому они находят применение в проектах малой и средней степени сложности, а благодаря низкому энергопотреблению – в мобильных и портативных приложениях.

Достижением фирмы Cypress Semiconductor, реализованным в CPLD семейства Delta 39K, является наличие RAM-памяти объемом от 80 до 480 Кбит. В статье не упоминается о таких достоинствах этого семейства, как поддержка ряда стандартов ввода/вывода (LVCMOS, LVTTL, 3.3V PCI, SSTL2 и др.) и наличие системы фазовой синхронизации (Phase Locked Loop – PLL), позволяющей организовать умножение, деление и фазовый сдвиг синхронизирующих сигналов. Также ничего не сказано об инструментальных средствах (САПР), используемых для разработки проектов в элементном базисе ПЛИС фирмы Cypress Semiconductor.

Следует отметить, что выбор типа ПЛИС (CPLD или FPGA) определяется не только характеристиками собственно ПЛИС, а и особенностями проекта, в котором они используются. Несомненный интерес вызвал бы сравнительный анализ ПЛИС типа CPLD ведущих фирм-производителей таких, например, как Altera, Cypress, Xilinx.

**Вопрос: Чем отличаются средства проектирования электронной аппаратуры на основе ПЛИС типа CPLD и FPGA?**

И те, и другие ПЛИС имеют свои сильные и слабые стороны. ПЛИС типа CPLD просты в отладке и отличаются высоким быстродействием. Эти ПЛИС предпочтительнее использовать в устройствах с большим ресурсом логических операций, в то время как ПЛИС типа FPGA используются при создании устройств с большим числом регистровых операций.

В состав ПЛИС типа CPLD входят ИМС с различной плотностью компоновки, включая однокристалльные устройства с самозагрузкой, в связи с чем набор корпусов, в которых выпускаются эти ПЛИС, достаточно широк. ПЛИС с самозагрузкой содержат встроенную Flash-память, что позволяет исключить внешнюю память для загрузки конфигурации и тем самым снизить сложность проектирования и уменьшить размеры устройства в целом.

ПЛИС типа CPLD имеют сверхнизкое потребление в режиме ожидания по сравнению с потреблением аналогичных ПЛИС типа FPGA. Поэтому ПЛИС типа CPLD предпочтительнее при проектировании портативных приборов с батарейным питанием.

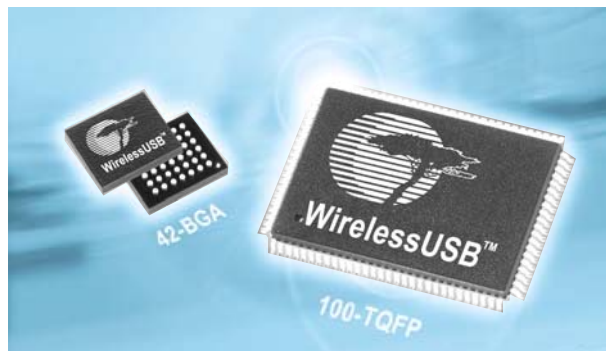
**Заключение.** Многие разработчики, которые используют в своих устройствах ПЛИС типа CPLD, отдают предпочтение этим ПЛИС в связи с гибкой архитектурой и простотой программирования. ПЛИС типа CPLD являются хорошей альтернативой заказным БИС и ПЛИС типа FPGA. Производители CPLD в последнее время существенно увеличили степень интеграции ИМС, доведя число вентилях в кристалле до нескольких сотен тысяч. Высокий уровень интеграции в сочетании с минимальными задержками позволяет широко использовать ПЛИС типа CPLD в современных средствах телекоммуникаций.

## КОНТРОЛЛЕР БЕСПРОВОДНОГО ИНТЕРФЕЙСА USB

Фирма Cypress Semiconductor, признанный лидер в области использования USB-технологии, предлагает комплект микросхем (CYWUSB6941 и CYWUSB6942), предназначенный для реализации беспроводного USB-интерфейса между периферийными устройствами компьютера.

**В. Охрименко**

В ноябре 2002 года фирма Cypress Semiconductor (США) анонсировала первые микросхемы семейства





контроллеров беспроводного USB-интерфейса (CYWUSB694x). Применение этих контроллеров дает возможность создать беспроводные клавиатуру и манипулятор типа "мышь", т. е. отказаться от использования кабелей для подключения устройств, обеспечивающих интерфейс между человеком и компьютером (Human-Interface Devices – HID) [1-3]. При использовании микросхем CYWUSB694x обмен данными осуществляется по радиоканалу. Приемопередатчик, имеющийся в микросхеме CYWUSB6941, работает на частоте 2.4 ГГц и обеспечивает надежную связь на расстоянии до 10 метров. Для передачи данных используется модулятор с частотной манипуляцией. Скорость передачи данных составляет 200 кбайт/с. В приемнике имеется схема автоматической регулировки усиления (AGC). Для работы микросхемы CYWUSB6941 требуется подключение внешнего кварцевого резонатора с рабочей частотой 13 МГц. Используемый в системе фазовой автоподстройки частоты (PLL) генератор, управляемый напряжением (VCO), размещен непосредственно на кристалле микросхемы CYWUSB6941.

В настоящее время в существующих HID-устройствах обмен данными осуществляется на частоте 27 МГц, что ограничивает возможности клавиатуры и мыши и не позволяет создавать полноценные манипуляторы для компьютерных игр. Кроме того, существующая технология может обеспечить одновременную работу только двух устройств (например, игрового манипулятора и компьютера), что существенно ограничивает рамки применения этой технологии и сдерживает продвижение подобных устройств на рынок. С помощью предлагаемого контроллера беспроводного USB-интерфейса можно организовать одновременную работу компьютера с несколькими устройствами (до семи), что дает возможность использовать эти устройства, созданные на базе USB-контроллеров, в офисах и учебных классах.

В апреле 2003 года представители фирм Cypress Semiconductor и NMB Technologies Corporation, специализирующейся на производстве периферийных устройств для компьютеров, подписали соглашение о разработке беспроводного манипулятора типа "мышь" и клавиатуры на базе микросхем CYWUSB694x.

Структурная схема функционально законченного USB-контроллера, построенного на базе микросхем CYWUSB6941 и CYWUSB6942, приведена на рис. 1, примеры его использования – на рис. 2. С помощью микросхемы CYWUSB6942 обеспечивается сканирование матрицы клавиш 18x8. Кроме того, возможно также непосредственное подключение к этой микросхеме манипулятора типа "оптическая мышь".

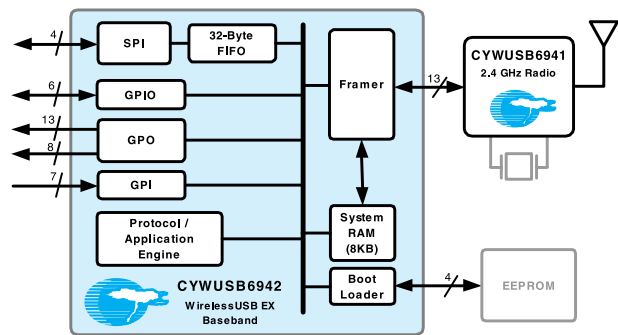


Рис. 1. Структурная схема контроллера беспроводного USB-интерфейса

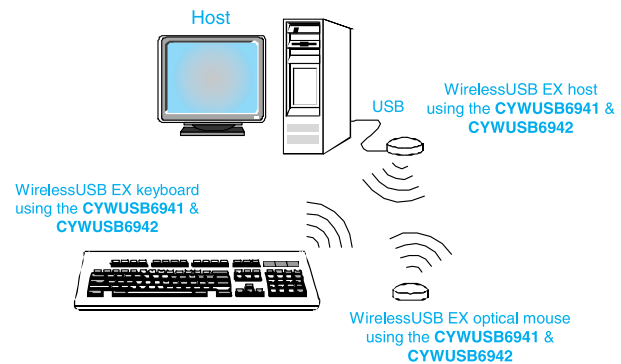


Рис. 2. Примеры использования контроллеров беспроводного USB-интерфейса

Напряжение питания микросхем составляет 2.7...3.6 В. Типовое значение тока потребления микросхемы CYWUSB6942 38 мА, CYWUSB6941 в режиме приема/передачи – 55 мА. Микросхема CYWUSB6941 выпускается в корпусе типа 42-BGA (габаритные размеры 7.0x5.0x1.2 мм), CYWUSB6942 – в корпусе типа 100-TQFP (габаритные размеры 14.0x14.0x1.6 мм). Микросхемы CYWUSB694x предназначены для работы в диапазоне температур от 0 до 70 °С. Ориентировочная FOB-цена каждой из этих микросхем при поставке больших партий составляет 3.92 доллара США [3].

Более полную информацию о возможностях и параметрах новых микросхем CYWUSB694x можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.cypress.com>

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. CYWUSB6941. Wireless USB™ Radio. Preliminary. – Cypress Semiconductor, February 2003.
2. CYWUSB6942. Wireless USB™ EX Baseband IC. Preliminary. – Cypress Semiconductor, May 2003.
3. <http://www.cypress.com>

## ВОСЬМИРАЗЯДНЫЙ МИКРОПРОЦЕССОР RABBIT 3000

*Выпускаемые фирмой Z-World малогабаритные одноплатные компьютеры, процессорные модули Rabbit Core Modules, панели отображения и ввода информации построены на основе 8-разрядных микропроцессоров Rabbit 2000/3000.*

*Архитектура этих микропроцессоров оптимизирована для решения задач управления и контроля, сбора и обработки информации.*

*В предлагаемой статье приведены сведения о возможностях и архитектуре микропроцессоров Rabbit 3000.*

### **В. Охрименко**

Фирма Z-World, накопившая большой опыт использования микропроцессоров Z80, Z180 и HD64180 в своих устройствах для встраиваемых приложений, в 1999 году совместно с дочерней фирмой Rabbit Semiconductor разработала и освоила выпуск микропроцессора Rabbit 2000. Вскоре на его базе был спроектирован усовершенствованный микропроцессор Rabbit 3000. Архитектура этих микропроцессоров во многом напоминает архитектуру микропроцессоров Z80, Z180 и HD64180 и, вместе с тем, имеет некоторые существенные отличия [1-4]. Несомненно, микропроцессор Rabbit 3000 относится к одной из разновидностей классического процессора 8080 (Intel). В результате модернизации 8080 появились микропроцессоры Z80, Z180, EZ80, а затем и новые – Rabbit 2000/3000. Усовершенствованная архитектура микропроцессоров Rabbit позволила увеличить их производительность примерно в восемь раз по сравнению с Z80, Z180. Анализируя внесенные изменения, можно отчетливо проследить, что разработчики шли путем введения новых и расширения уже существующих возможностей за счет применения дополнительных модифицированных периферийных модулей и устройств. При этом структура процессорного ядра существенно не изменялась, что обеспечивало совместимость этих микропроцессоров на программном уровне и широкое использование на протяжении многих лет.

Микропроцессор Rabbit 3000 не является полностью совместимым на уровне машинных кодов с Z80 и Z180. В систему команд микропроцессора Rabbit 3000 введены новые инструкции, для реализации которых используется ряд дополнительно введенных регистров, отсутствующих в процессорном ядре микропроцессоров Z80, Z180. Нельзя не отметить, что в подавляющем большинстве случаев прикладное программное обеспечение для встраиваемых приложений при использовании нового микропроцессора необходимо изменять. На практике приходится следовать следующему алгоритму: новый микропроцессор – новое устройство и новые возможности – новое программное обеспечение. А при желании использовать уже существующее прикладное программное обеспечение его придется существенно откорректировать.

Архитектура микропроцессора Rabbit 3000 включает: центральное процессорное устройство (CPU), основной генератор тактового сигнала, блоки таймеров А и В, таймер реального времени (Real Time Clock – RTC), "сторожевой" таймер, модуль периодических прерываний, контроллер внешней памяти (Memory Management/Control – MMC), контроллеры slave-порта и порта ввода/вывода, квадратурный декодер, шесть последовательных портов, семь 8-разрядных параллельных портов, контроллер внешних прерываний. Все системные модули и периферийные устройства микропроцессора объединены встроенной

8-разрядной шиной данных и 8-разрядной адресной шиной. Структурная схема микропроцессора Rabbit 3000 приведена на рис. 1.

Максимальная тактовая частота микропроцессора Rabbit 3000 составляет 54 МГц. При номинальном напряжении питания 3.3 В ток потребления порядка 2 мА/МГц. При снижении тактовой частоты и напряжения питания происходит существенное уменьшение тока потребления. При тактовой частоте 30 МГц и напряжении питания 3.3 В ток потребления составляет 65 мА, при тактовой частоте 3.84 МГц и напряжении питания 1.8 В – 5 мА, при частоте 1 МГц и напряжении питания 1.8 В ток потребления составляет всего 1 мА.

Формирование тактового сигнала осуществляется встроенным генератором, при этом можно использовать внешний кварцевый или керамический резонатор с частотой от 1.8 до 30 МГц. В микропроцессоре Rabbit 3000 предусмотрена возможность умножения в два раза частоты сигнала, формируемого этим генератором, что позволяет снизить уровень электромагнитного излучения за счет применения резонаторов со сниженной рабочей частотой. Снижению уровня электромагнитного излучения способствует также система разводки цепей питания. В микропроцессоре Rabbit 3000 цепи питания буферных схем вводов/выводов отделены от цепей питания процессорного ядра, что препятствует прониканию высокочастотных помех, генерируемых при работе процессорного ядра, на линии вводов/выводов микропроцессора. Встроенная система Spectrum Spreader также способствует уменьшению уровня электромагнитного излучения (ElectroMagnetic Interference – EMI). Наличие этой системы обеспечивает соответствие допустимым нормам американ-

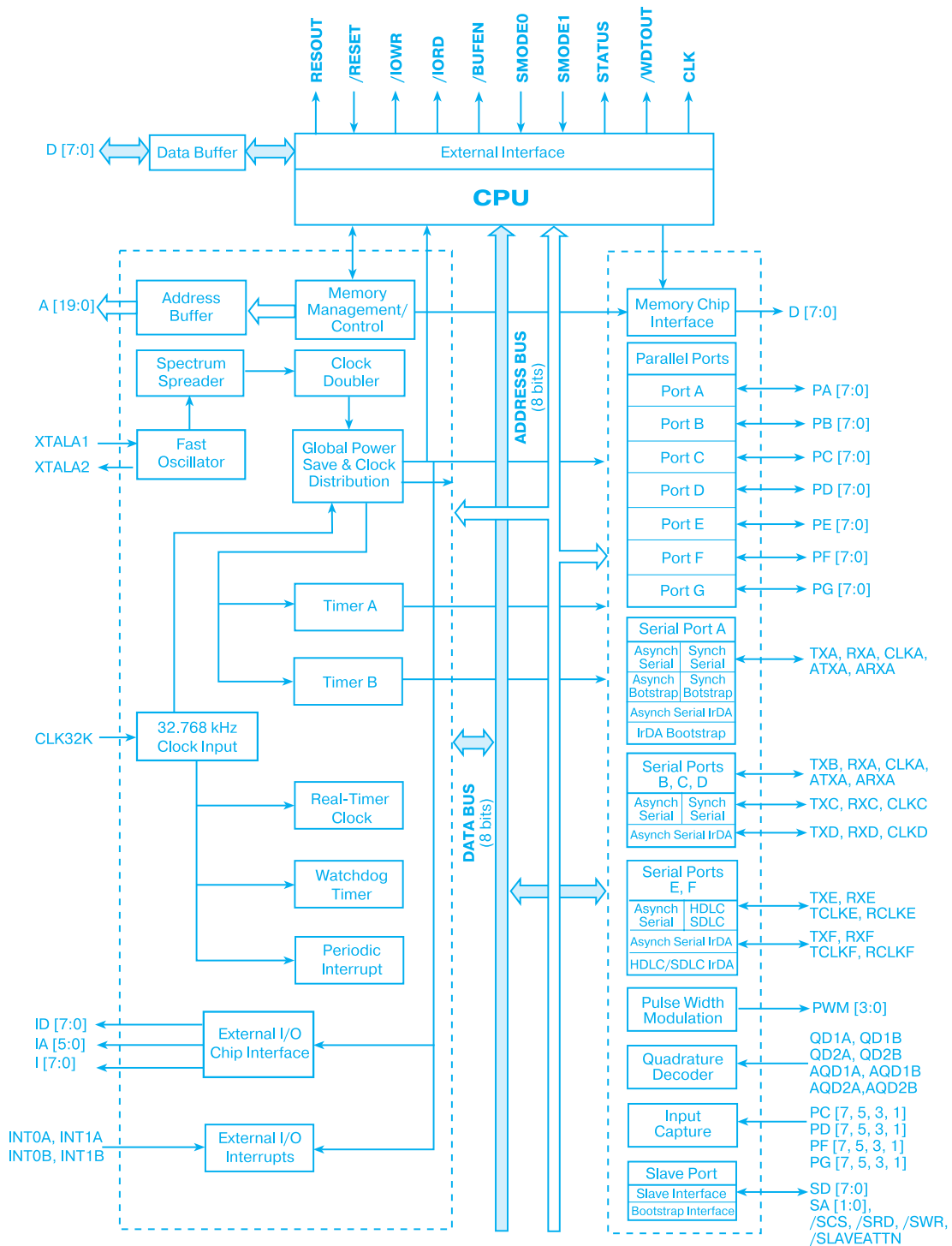


Рис. 1. Структурная схема микропроцессора Rabbit 3000

ских и европейских стандартов на уровень электромагнитных излучений. Согласно данным, приведенным в технической документации (Microprocessor Rabbit 3000, User's Manual), уровень электромагнитно-

го излучения микропроцессора Rabbit 3000 по сравнению с аналогичными микропроцессорами снижен примерно на 25 дБ. Согласно требованиям американского комитета FCC (Federal Communication

Commission) уровень излучаемых устройством электромагнитных помех измеряется на расстоянии трех или десяти метров с помощью калиброванной антенны и анализатора спектра. Причем, измерения про-

водятся в полосе частот 120 кГц. Для определения уровня спектральной мощности используется пиковый детектор с параметрами: время заряда 1 мс, время разряда 550 мс. С помощью системы Spectrum Spreader осуществляется модуляция длительности полупериода сигнала тактовой частоты микропроцессора, что приводит, как поясняется в технической документации, к распределению спектра гармонических составляющих тактового сигнала в более широкой полосе частот. Это, в свою очередь, уменьшает уровень электромагнитных помех, измеряемых согласно рекомендациям соответствующих стандартов в полосе частот 120 кГц. В микропроцессоре Rabbit 3000 реализованы три программно управляемых режима работы системы Spectrum Spreader. В первом режиме происходит "размывание" спектра тактового сигнала в расширенном диапазоне частот (strong spreading), во втором – стандартное расширение спектра (normal spreading). В третьем режиме предусмотрена возможность отключения системы Spectrum Spreader. Как уже отмечалось, в микропроцессоре Rabbit 3000 имеется возможность удвоения частоты сигнала внешнего генератора, что дает возможность отказаться

от использования внешних высокочастотных резонаторов и, в свою очередь, способствует снижению уровня электромагнитного излучения. Для удвоения частоты используется частоприменяемое для этой цели устройство, построенное на базе элемента задержки и логического элемента, выполняющего функцию "исключающего ИЛИ". Время задержки устанавливается на программном уровне в зависимости от номинального значения тактовой частоты. К примеру, при тактовой частоте микропроцессора 50...55 МГц номинальное время задержки составляет 7 нс, при частоте 20 МГц – 12 нс. Эти значения задержки приведены для температуры 25 °С и напряжения питания 3.3 В, от которых также зависит время задержки. При снижении напряжения питания до 2.5 В время задержки увеличивается на 20 %. Кроме того, между временем задержки и температурой имеется прямо пропорциональная зависимость. При возрастании температуры на 5 °С время задержки увеличивается на 1 %. Встроенный тактовый генератор формирует сигнал, который имеет разную длительность полупериодов. С использованием системы Spectrum Spreader осуществляется модуляция длительности отрицательного полупериода

да сигнала удвоенной тактовой частоты. В режиме strong spreading максимальное изменение длительности этого полупериода сигнала составляет 4.5 нс, в режиме normal spreading – 3 нс.

Программные модели процессорного ядра Rabbit 3000 (рис. 2) и микропроцессоров Z80 и Z180 во многом аналогичны. По сути, добавлены всего два новых регистра: XPC (Extension of Program Counter) и IP (Interrupt Priority). 16-разрядные индексные регистры IX, IY и программный счетчик PC позволяют непосредственно адресоваться к памяти объемом 64 кбайт. Формирование 20-разрядных физических адресов осуществляется в блоке управления памятью (Memory Mapping Unit – MMU), который по архитектуре во многом аналогичен подобному блоку, применяемому в микропроцессоре Z180. В блоке интерфейса памяти (Memory Interface) осуществляется генерация сигналов управления микросхемами памяти: выборка кристалла (Chip Select – CS), разрешение доступа (Output Enable – OE), запись (Write Enable – WE). Структурная схема формирователя 20-разрядных физических адресов приведена на рис. 3. Следует отметить, что хотя в микропроцессоре Rabbit 3000 реализована довольно сложная логическая схема формирователя 20-разрядных физических адресов, пользователь, который работает в программной среде разработки Dynamic C, может не обременять себя глубоким изучением всех тонкостей работы блока генерации физических адресов, поскольку формирование адресов выполняется автоматически.

В системе команд, выполняемых процессорным ядром Rabbit 3000, имеются стандартные инструкции, которые используются и в микропроцессорах Z180 и Z80. Однако для их выполнения требуется меньшее количество машинных тактов. В микропроцессоре Z180 для выполнения инструкций, в которых

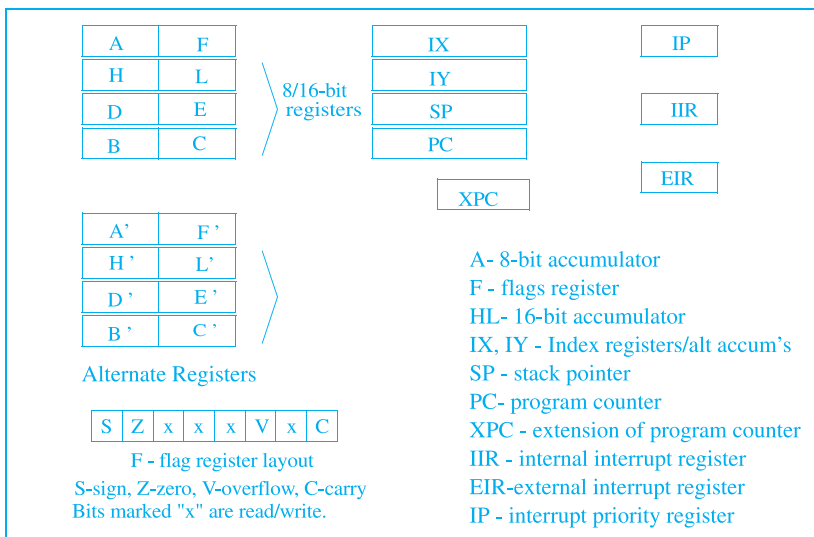


Рис. 2. Программная модель процессорного ядра



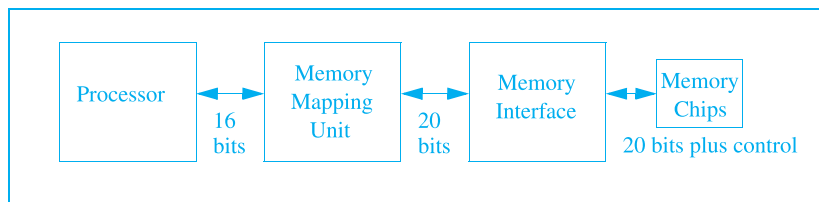


Рис. 3. Структурная схема формирователя физических адресов

код операции занимает один байт, требуется как минимум четыре машинных такта, а при увеличении длины инструкции на каждый байт требуется дополнительно еще три машинных такта. Кроме того, чтение или запись данных в память осуществляется в течение трех тактов. В микропроцессоре Rabbit 3000 выполнение однобайтовых инструкций производится за два машинных такта, а в случае увеличения длины кода операций для выполнения инструкций требуется дополнительно еще два машинных такта. Операции чтения данных из памяти осуществляются также в течение двух тактов. Длительность операций записи данных в память составляет три такта. Например, длительность выполнения инструкции (LDA, 3), в которой кодируется операция загрузки аккумулятора данными длиной в один байт, составляет четыре машинных такта, если длина данных составляет два байта; выполнение инструкции (к примеру, LD HL, 456) завершается в течение шести тактов. Многие инструкции в системе команд микропроцессора Rabbit 3000 путем простой модификации (добавления соответствующего префикса) можно использовать и для обмена данными с внутренними регистрами управления ресурсами микропроцессора, а также с внешними устройствами ввода/вывода. Инструкция IOI LD A, (85h) выполняет загрузку аккумулятора содержимым внутреннего регистра с адресом 85h. Выполнение последовательности инструкций LD IY, 4000h и IOE LD HL, (IY+5) приводит к загрузке двух регистров процессорного ядра HL данными, которые содержатся во внешнем устройстве вво-

да/вывода с адресом 4005h. В технической документации, предлагаемой фирмой-производителем микропроцессора Rabbit 3000, можно найти подробное описание всех инструкций с точным указанием количества машинных тактов, требуемых для их выполнения в случае использования разных способов адресации [3]. Высокую потенциальную производительность микропроцессора Rabbit 3000 подтверждает малое время выполнения подпрограмм, реализующих вычисления с данными, которые представлены в формате с плавающей точкой. При тактовой частоте микропроцессора 50 МГц для выполнения операций сложения и умножения чисел с плавающей точкой требуется всего 7 мкс, а длительность вычисления квадратного корня составляет 20 мкс. Эти операции в микропроцессоре Rabbit 3000 выполняются в 20 раз быстрее, чем при выполнении подобных подпрограмм, написанных на языке Pascal C, в микропроцессоре типа 386EX (с тактовой частотой 25 МГц и 8-разрядной шиной данных) [3].

Максимальное пространство адресуемой внешней статической памяти составляет 1 Мбайт. Этого объема памяти достаточно для хранения программного кода, полученного после компиляции программы, включающей до 50 тысяч написанных на языке C команд. К микропроцессору Rabbit 3000 возможно непосредственное подключение до шести микросхем RAM- или флэш-памяти. Микропроцессор имеет 20-разрядную адресную шину и 8-разрядную шину данных. Шины адреса и данных предназначены только для обмена с внешней памятью. При тактовой

частоте 30 МГц минимальное время выборки составляет 55 нс. Микросхемы памяти с временем выборки 30 нс также можно использовать с микропроцессором Rabbit 3000. При этом в циклах обмена с памятью отсутствуют такты ожидания. На выполнение операций чтения внешней памяти затрачивается два цикла, операций записи – три цикла. Наличие дополнительной шины для обмена с внешними устройствами ввода/вывода позволяет предотвратить возможные конфликты на шине памяти.

В микропроцессоре Rabbit 3000 реализована четырехуровневая система обработки прерываний. При тактовой частоте микропроцессора 50 МГц выполнение первой инструкции подпрограммы обработки прерываний начинается уже через 0.5 мкс после подачи сигнала прерывания.

В микропроцессоре Rabbit 3000 содержится широкий набор таймеров разного назначения, среди которых: два блока универсальных таймеров – А и В, таймер реального времени и "сторожевой" таймер. Блок таймеров А содержит десять 8-разрядных таймеров, которые могут использоваться: для формирования тактовых сигналов, необходимых для работы последовательных портов или других периферийных устройств; для генерации сигналов периодических прерываний или сигналов тактирования буферных выходных схем параллельных портов. Все десять таймеров блока А реализованы на базе 8-разрядных вычитающих счетчиков. Один из них используется в качестве предварительного делителя частоты. Шесть обеспечивают работу последовательных портов. С помощью остальных трех можно реализовать генератор ШИМ-сигнала, квадратурный декодер, а также выполнять измерение длительности временных интервалов между внешними импульсами или подсчет числа внешних событий. Блок В содержит многофункцио-

нальный 10-разрядный счетчик, регистры управления и выходные компараторы.

"Сторожевой" таймер представляет собой 17-разрядный счетчик, тактируемый внешним сигналом частотой 32 768 Гц. При достижении счетчиком заданного значения на выходе таймера формируется импульс, который используется как сигнал сброса.

Таймер реального времени содержит шесть 8-разрядных счетчиков. При частоте входного сигнала 32 768 Гц таймер позволяет отсчитывать временной интервал длительностью до 272 лет. Формирование входного тактового сигнала, необходимого для работы таймера реального времени, осуществляется с помощью внешнего тактового генератора, в котором используется "часовой" резонатор (32 768 Гц). Таймер RTC имеет отдельные выводы для подключения напряжения питания, поэтому при использовании внешних элементов резервного питания работа таймера реального времени продолжается и при отключении напряжения питания микропроцессора.

Микропроцессор Rabbit 3000 содержит семь 8-разрядных параллельных портов ввода/вывода (PA-PG), что позволяет реализовать 56 линий ввода/вывода цифровых сигналов. Большинство линий портов может быть мультиплексировано с линиями вводов/выводов разных системных модулей и периферийных устройств микро-

процессора. Максимально допустимое значение втекающего и вытекающего токов буферных схем портов ввода/вывода составляет 6 мА. При напряжении питания 3.3 В уровень входного напряжения, соответствующий логической "1", не должен быть ниже 2 В. Выходное напряжение логической "1" составляет  $0.7 E_{пит}$  (т. е. 2.3 В при напряжении питания 3.3 В). Ток утечки по выходу в высокоимпедансном состоянии – 10 мкА. Появление данных на выходах четырех портов (D, E, F, G) может быть синхронизировано тактовыми импульсами, генерируемыми встроенными таймерами. В качестве входных буферов параллельных портов используются два тактируемых D-триггера. Это предотвращает возможные сбои при считывании данных в случае появления на входах импульсов, длительность которых меньше периода тактовой частоты. Выходы порта D программно могут быть конфигурированы как выходы с открытым коллектором, что позволяет использовать их для сканирования матрицы клавиш.

Для обмена данными с интеллектуальными внешними устройствами в микропроцессоре Rabbit 3000 реализован 8-разрядный двунаправленный slave-порт. В качестве интеллектуальных внешних устройств можно использовать микропроцессор Rabbit 3000 или любой другой тип микропроцессора. Обмен данными осуществляется через параллельный порт A. Slave-порт

содержит шесть регистров, среди которых имеются регистры данных и регистры состояния/контроля. Адресация к этим регистрам осуществляется по двухразрядной адресной шине. Для управления обменом данными используются сигналы чтения и записи. Структурная схема slave-порта приведена на рис. 4.

Обмен данными с внешними устройствами ввода/вывода осуществляется через порт ввода/вывода. В этом случае для формирования шести младших разрядов адреса используются шесть линий параллельного порта B (B2...B7). Обмен данными выполняется через двунаправленный порт A. Для доступа к внешним устройствам ввода/вывода используются те же инструкции, что и для обмена с памятью. Инструкции обмена с портами ввода/вывода отличаются наличием дополнительных префиксов (IOI или IOE).

Микропроцессор Rabbit 3000 имеет шесть последовательных портов ввода/вывода данных (A, B, C, D, E, F) [3]. Все шесть последовательных портов могут работать в асинхронном режиме, четыре (A, B, C, D) – в синхронном режиме передачи данных (SPI). Два последовательных порта (E и F) поддерживают высокоуровневые коммуникационные протоколы передачи данных, принятые в стандартах SDLC (Synchronous Data Link Control) и HDLC (High-level Data Link Control), а также протокол MIR (Medium Infrared) со скоростью передачи данных до 1.152 Мбит/с. Кроме того, все шесть последовательных портов поддерживают протокол SIR (Serial Infrared), обеспечивающий скорость обмена данными 115 кбит/с.

В микропроцессоре Rabbit 3000 предусмотрено три варианта начальной загрузки: через slave-порт или через последовательный порт A (в синхронном или асинхронном режиме). После включения напряжения питания выбор режима загрузки определяется ко-

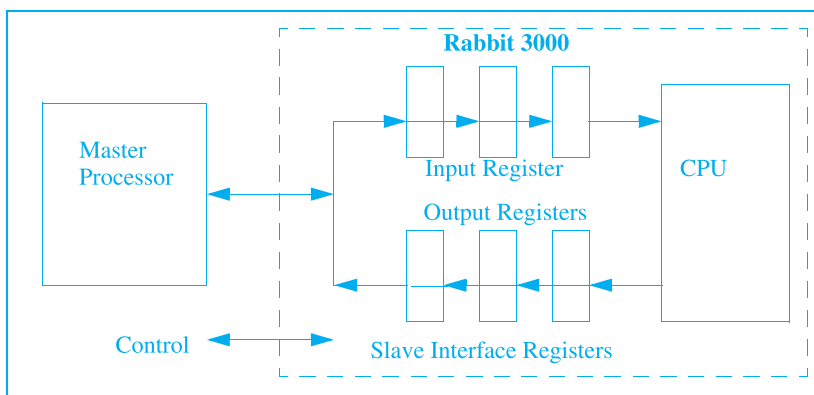


Рис. 4. Структурная схема slave-порта

*Параметры микропроцессоров Rabbit 3000 и Rabbit 2000*

Наименование параметра	Rabbit 3000	Rabbit 2000
Максимальная тактовая частота ( $F_{CLK}$ ), МГц	54	30
Максимальная частота кварцевого резонатора, МГц	30	32
Тактовый генератор (частота $f_{RTC}$ =32 768 Гц)	внешний	встроенный
Система снижения уровня электромагнитных излучений (Spectrum Spreader)	+	—
Возможные значения тактовой частоты микропроцессора	$F_{CLK}$ , $2 \cdot F_{CLK}$ , $F_{CLK}/2$ , $F_{CLK}/3$ , $F_{CLK}/4$ , $F_{CLK}/6$ , $F_{CLK}/8$ , $f_{RTC}/2$ , $f_{RTC}/4$ , $f_{RTC}/16$	$F_{CLK}$ , $2 \cdot F_{CLK}$ , $F_{CLK}/4$ , $F_{CLK}/8$ , $f_{RTC}$
Количество 8-разрядных портов ввода/вывода	7	5
Вспомогательная шина ввода/вывода	+	—
Количество последовательных портов, в том числе: – асинхронных (поддерживают IrDA) – синхронных (SPI) – асинхронных (SDLC/HDLC)	6 (A–F) 6 (A–F) 4 (A–D) 2 (E, F)	4 (A–D) 4 (A–D) 2 (A, B) —
Макс. частота обмена данными через асинхронный порт	$F_{CLK}/8$	$F_{CLK}/32$
Количество таймеров:	– 8-разрядных	5
	– 10-разрядных	1
"Сторожевой" таймер	+	+
Таймер реального времени	+	+
Количество каналов входного захвата	2	—
Количество каналов ШИМ	4	—
Напряжение питания, В	1.8–3.6	4.5–5.5
Ток потребления, мА/МГц (при напряжении питания, В)	2 (3.3)	4 (5.0)
Минимальная тактовая частота в "спящем" режиме, кГц	2	32
Количество выводов и тип корпуса/ габаритные размеры, мм	128-LQFP/(16×16×1.5), 128-TFBGA/(10×10×1.2)	100-PQFP/(24×18×3)

дом, установленным на входах SMODE0/1 микропроцессора. Программа начальной загрузки хранится во встроенной ROM-памяти. В процессе начальной загрузки запрещается выборка программного кода из внешней памяти программ и выполняется программа начальной загрузки, с помощью которой осуществляется прием данных через один из указанных портов и последующая запись этих данных в память. Чтение данных осуществляется блоками по три байта. Два первых байта интерпретируются как адрес, третий байт – как данные. После записи байта данных в память повторяется операция чтения. В зависимости от значения старшего разряда адреса пересылка данных выполняется или в указанную ячейку памяти, или в регистр управления встроенными периферийными устройствами. В режиме начальной загрузки скорость чтения данных через после-

довательный порт составляет 2400 бит/с. Использование процедуры начальной загрузки предоставляет пользователю следующие возможности. Программирование и перепрограммирование флэш-памяти можно осуществлять через параллельный или последовательный порт микропроцессора после монтажа микросхем памяти на печатную плату. Если микропроцессор Rabbit 3000 используется в качестве ведомого (slave) процессора, начальная загрузка может осуществляться через slave-порт (в этом случае для хранения программного кода можно использовать только RAM-память). Если на входах SMODE0, SMODE1 установлены сигналы с уровнями, соответствующими логическому "0", после включения питания или появления на входе сигнала сброса выполняется выборка из ячейки внешней памяти с нулевым адресом.

Сравнительные параметры микропроцессоров Rabbit 3000 и Rabbit 2000 приведены в таблице.

Полную информацию о возможностях, особенностях и параметрах микропроцессоров Rabbit 3000 и Rabbit 2000 можно найти в сети Интернет по адресам: <http://www.zworld.com> и <http://www.rabbitsemiconductor.com>

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Watch Me Pull a Rabbit Out of My Hat//Circuit Cellar. – The Magazine for Computer Application, issue 147, October, 2002.
2. Profit with Plug-in Processors//EDN, August 2002 (<http://www.edn.com>).
3. Rabbit 3000™ Microprocessor. User's Manual. – Rabbit Semiconductor, 2002.
4. Rabbit 3000™ Microprocessor. Designer's Handbook. – Rabbit Semiconductor, 2002.

## НИЗКОПРОФИЛЬНЫЕ AC/DC-, DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ LPS125/128 С ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТЬЮ \*

Фирма Astec Power (США), лидирующая в продаже источников питания, AC/DC-, DC/DC-преобразователей, анонсировала в марте 2003 года первые модели (3x5 дюймов, высотой 1U) семейства источников питания LPS125/128. AC/DC-, DC/DC-преобразователи LPS125/128 имеют высокую удельную мощность (6.7 Вт на кубический дюйм), малую высоту, выходную мощность до 130 Вт и обеспечивают коррекцию коэффициента мощности. Основные параметры LPS125/128 приведены в статье.



### Г. Местечкина

Описываемые AC/DC-, DC/DC-преобразователи LPS125/128 фирмы Astec Power, основные параметры и технические характеристики которых приведены в табл. 1, 2, обеспечивают коррекцию коэффициента мощности, работают в широком диапазоне изменения входного напряжения (от 85 до 264 В переменного тока частотой 47-440 Гц и от 120 до 300 В постоянного тока) и идеальны для применения в стойках и другом низкопрофильном оборудовании, особенно, если учесть их высокую удельную мощность (6.7 Вт на кубический дюйм).

LPS125/128 обеспечивают выходную мощность основного источника до 130 Вт при принудительном охлаждении со скоростью 14.1 дм<sup>3</sup>/с или до 80 Вт при естественном охлаждении.

Области применения этих источников достаточно обширны, к ним относятся системы телекоммуникаций, сетевое, испытательное и измерительное оборудование, одноплатные компьютеры и гигабитовые устройства сети Ethernet, оборудование для автоматизации технологических процессов и мн. др.

Габаритные размеры LPS125/128 (высота 32, ширина 76 и длина 127 мм) обеспечивают возможность принятия гибких конструктивных решений для встраи-

Таблица 1. Основные технические характеристики AC/DC-, DC/DC-преобразователей LPS125/128

Наименование параметра		Технические характеристики
Входное напряжение, В:	– переменного тока	85-264 (47...440 Гц)
	– постоянного тока	120-300
КПД, %		80
Фильтр электромагнитных помех		<b>FCC</b> класс В, <b>EN55022</b> класс В, <b>CISPR 22</b> класс В, <b>VDE 0878 PT3</b> класс В
Коэффициент мощности, %		0.99
Ток утечки на землю, мА		0.5 (50/60 Гц, 264 В перем. тока)
Выходная мощность, Вт		80 (естественная конвекция), 130 (при принудительном обдуве со скоростью 14.1 дм <sup>3</sup> /с)
Напряжение основного выхода, В		24.0
Время готовности, мс		20 (выходная мощность 125 Вт)
Диапазон регулировки выходного напряжения на основном выходе, %		±5 (мин.)
Температурный коэффициент, %/°C		±0.04
Питание вентилятора, В/А		12.0/0.5
Питание системы контроля работоспособности, В/А		5.0/0.5
Защита от перегрузки и КЗ		на всех выходах 120-135 % от пикового допустимого значения
Защита от перенапряжения, %		120-135 от номинального значения выходного напряжения
Дистанционный датчик работоспособности основного выхода		"1" – TTL-уровня через 100-500 мс после появления напряжения на основном выходе, "0" – за 4 мс прежде, чем отключится выход
Безопасность		<b>TUV</b> 60950, <b>UL</b> 60950, <b>CSA</b> 60950, <b>NEMKO</b> 60950, <b>AUSTEL</b> 60950, <b>CB</b> сертифицирован, <b>CE</b> соответствует
Диапазон температур, °C:	– рабочих	0...50 (при 100 % нагрузке) с расширением до 70 при снижении тока нагрузки на 2.5 %/°C
	– хранения	-40...85
Наработка до отказа, ч		550 000
Габаритные размеры, мм		76.2×127.0×32.8

\* News release from Astec Power, 20 March 2003.



**Таблица 2. Основные параметры AC/DC-, DC/DC-преобразователей LPS125/128**

Тип	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А				Нестабильность выходного напряжения, % <sup>3)</sup>	Напряжение пульсаций, мВ
		мин.	макс. <sup>1)</sup>	макс. <sup>2)</sup>	пиковое значение		
LPS125	24.0	0	3.4	5.4	6.3	±2.0	240 (п-п)
LPS128	48.0	0	1.7	2.7	3.2	±2.0	480 (п-п)

<sup>1)</sup> – при естественной конвекции, <sup>2)</sup> – при принудительном обдуве,  
<sup>3)</sup> – при 25 °С, включая изменение входного напряжения и тока нагрузки

вания их в изделие. Наличие дополнительных выходов 12 В/0.5 А (для питания вентилятора) и 5 В/0.5 А (для работы системы дистанционного контроля и управления) обеспечивает повышение надежности преобразователя и наиболее полное использование его возможностей, в том числе проведение дистанционного мониторинга работоспособности.

Преобразователи LPS125/128 содержат встроенный фильтр электромагнитных помех, имеют выход для подключения дистанционного датчика напряжения на нагрузку (с учетом 0.5 В падения напряжения на проводах) и вывод для запуска системы распределения тока в нагрузке при параллельном включении резервного источника LPS125/128. Система контроля работоспособности преобразователей обеспечивает защиту от перенапряжения, перегрузки и перегрева, а также от неправильной полярности подключения к нагрузке. Работоспособность LPS125/128 не нарушается, если дистанционный датчик не подключен.

Новые модели имеют диапазон рабочих температур от 0 до 50 °С без понижения выходной мощности и могут функционировать при температуре до 70 °С при снижении выходной мощности на 2.5 %/°С. Преимуществом новых моделей является возможность регулировки выходного напряжения, что обеспечивает параллельное включение источников и перераспределение между ними тока нагрузки. Продолжительность наработки до отказа 550 000 ч (при полной нагрузке и температуре окружающей среды 25 °С) является подтверждением высокой надежности LPS125/128.

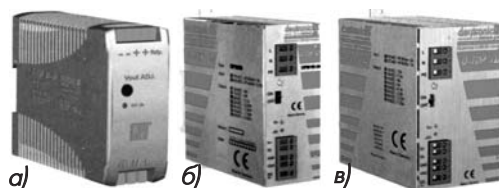
Соответствие по электромагнитной совместимости и безопасности эксплуатации LPS125/128 требованиям стандартов подтверждено контролирующими организациями, признанными во всем мире: UL, CSA, VDE, NEMKO, CB и CE.

Дополнительную информацию о продукции фирмы Astec Power можно получить в сети Интернет по адресу: [www.astecpower.com](http://www.astecpower.com)

## AC/DC-, DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИЙ E-TOP30, D-TOP60/120

Фирма Deutronic Electronic GmbH (Германия), специализирующаяся на разработке и изготовлении силовых устройств, выпустила AC/DC-, DC/DC-преобразователи с широким диапазоном входных и выходных напряжений серий E-TOP30, D-TOP60/120, основные характеристики которых приведены ниже.

Выпускаемые фирмой Deutronic Electronic GmbH устройства электропитания включают AC/DC-, DC/DC-преобразователи с выходной мощностью от 0.25 до 1000 Вт и отличаются в зависимости от выходной мощности конструктивным исполнением, диапазоном входных напряжений переменного и постоянного тока и уровнем выходного напряжения. Питание преобразователей осуществляется от сети переменного тока частотой 47-63 Гц: однофазного (для выходной мощности до 150 Вт) напряжением от 100 до 240 В или трехфазного тока (для выходной мощности от 250 до 1000 Вт) напряжением от 400 до 500 В, а также от источников постоянного тока напряжением (9-18)/(18-36)/(36-80)/(60-120)/(80-170) В. Преобразователи с низковольтным выходом обеспечивают выходные напряжения 3.3, 5, 12, 15, 24, 28, 48, 54, 60 и 69 В, а с высоковольтным – 500, 1000, 2000 и 3000 В. Преобразователи с выходной мощностью от 0.25 до 2 Вт выпускаются в корпусах SMD и SIL, а с выходной мощностью от 1.5 до 10 Вт – в



**Рис. 1. Преобразователи серий E-TOP30 (а), D-TOP60 (б), D-TOP120 (в)**

корпусах DIL. Преобразователи с выходной мощностью от 7.5 до 30 Вт выпускаются в виде модулей. Конструктивное исполнение преобразователей более высокой выходной мощности может быть как корпусным, так и бескорпусным в зависимости от потребностей заказчика. В номенклатуру изделий, выпускаемых фирмой Deutronic, входят также испытательные системы для контроля выходных параметров изготавливаемых изделий.

В табл. 1, 2 приведены основные технические характеристики новых моделей AC/DC-, DC/DC-преобразователей серий E-TOP30, D-TOP60/120, выпускаемых фирмой Deutronic Electronic GmbH, а на рис. 1 – их внешний вид. Эти преобразователи отличаются широким диапазоном входных напряжений переменного и постоянного тока, высокими выходными характеристиками, малыми габаритами и массой, высокой надежностью и возможностью регулировки выходного напряжения с помощью потенциометра, установленного на лицевой панели.

\* Press release Deutronic Electronic GmbH, October 2002.

Таблица 1. Основные технические характеристики AC/DC-, DC/DC-преобразователей серий E-TOP30, D-TOP60/120

Наименование параметра	Серия		
	E-TOP30	D-TOP60	D-TOP120
Входное напряжение, В	85...265, 47...63 Гц; 88...350 В пост. тока	см. табл. 2	(115/230) ±15 %, 47...63 Гц; 320 ±20 % пост. тока
Выходная мощность, Вт	30	60	120
Выходное напряжение, В	см. табл. 2		
Диапазон регулировки выходного напряжения, %	±10	±10	±10
Индикация работоспособности	светодиодная (на лицевой панели)		
Защита от КЗ	+	+	+
Защита от перегрева	-	+	-
Защита от перегрузки	+	1.05 I <sub>ном.</sub>	
Защита от перенапряжения по входу/выходу	-	+/+	+/+
Время восстановления после срабатывания защиты, мс	<1.0	<1.0	<1.0
Нестабильность выходного напряжения при изменении тока нагрузки, %	±0.3	0.1 (I <sub>нагр.</sub> = 10...90 %)	
Температурный коэффициент, %/°C	0.02	данные уточняются	
Время готовности, мс (при 100 % нагрузке)	14 (115 В), 90 (230 В)	20, W – 10 (110 В)	
Напряжение пульсаций, мВ	<100	<50, W – <30	<100
Испытательное напряжение изоляции, кВ	3.0 (вх./вых.), 1.5 (вх./⊥), 1.0 (вых./⊥)		
Уровень защиты от воздействия окружающей среды	нет данных	IP 20	
КПД, %	85	75...88	80...90
Диапазон температур, °C:	- рабочих	-10...50	-25...70 (выше 60 °C снижение выходной мощности на 1.5 %/°C)
	- хранения	-40...85	-40...85
Безопасность	EN60950, UL1950 кл. 1		EN60950, EN50178, VDE0160
Электромагнитная совместимость	EN55022-B	VDE0871-B, EN55022-B, EN55011-B	
Габаритные размеры, мм	90.0×40.5×113.6	52.0 ×125.0×125.0	80.0 ×125.0×125.0
Масса, г	340	600	850
Паралл./последовательн. соединение выходов	+/+	+/-	+/-
Управление током нагрузки	+	+	-

Таблица 2. Основные технические параметры AC/DC-, DC/DC-преобразователей серий E-TOP30, D-TOP60/120

Тип	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Выходная мощность, Вт
E-TOP30-5 E-TOP30-12 E-TOP30-24 E-TOP30-48	85...265, 47...63 Гц; 88...350 пост. тока	5.0–5.5 12.0–14.0 24.0–28.0 48.0–55.0	5.63 2.3 1.15 0.57	30
D-TOP60-12 D-TOP60-15 D-TOP60-24 D-TOP60-28	(115/230) ±15 % 47...63 Гц	12.0 15.0 24.0 (21.5–28.8) 28.0	5.0 4.0 2.5 2.2	60
D-TOP60-48 D-TOP60-54 D-TOP60-69	230 ±20 %, 47...63 Гц; 130...370 пост. тока	48.0 54.0 69.0	1.3 1.2 0.9	
D-TOP60W-5	97...264, 47...63 Гц	5.0	12.0	
D-TOP120-12 D-TOP120-15 D-TOP120-24 D-TOP120-28 D-TOP120-48 D-TOP120-54 D-TOP120-60 D-TOP120-69	(115/230) ±15 %, 47...63 Гц; 320 ±20 %	12.0 15.0 24.0 (21.5–28.8) 28.0 48.0 54.0 60.0 69.0	10.0 8.0 5.0 4.3 2.5 2.3 2.0 1.8	120

На рис. 2 показано последовательное и параллельное включение преобразователей.

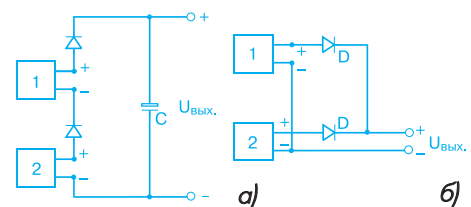


Рис. 2. Схемы последовательного (а) и параллельного (б) включения выходов преобразователей серии E-TOP30 (C – 47 мкФ/100 В для 5, 12 и 24 В, 22 мкФ/200 В – для 48 В; D – диод Шотки 30 А/60 В)

Дополнительную информацию о продукции фирмы Deutronic можно получить на фирме VD MAIS или в сети Интернет по адресу: <http://www.deutronic.com>

# Микросхемы с низким потреблением

Апрель 2003

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

## В этом номере

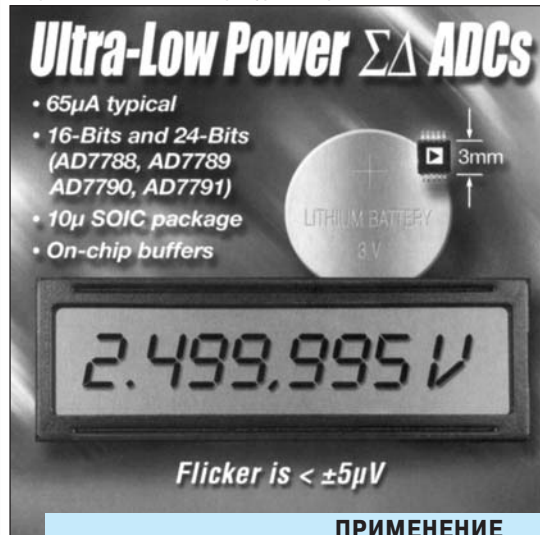
Температурные сенсоры в миниатюрных корпусах .....	20
Недорогие температурные сенсоры .....	20
Микроэлектронный цифровой триммер .....	21
ИМС супервизоров с низким потреблением .....	21
Микроконвертеры .....	22
Миниатюрные быстродействующие преобразователи .....	23
Прецизионные АЦП поразрядного уравнивания ..	24
8-, 10- и 12-разрядные АЦП .....	24
ЦАП с низким напряжением питания .....	25
Усилители с низким напряжением питания .....	26
Быстродействующие усилители ...	28
Микромощные измерительные усилители .....	29
Усилители с малыми искажениями сигналов .....	29
Прямые цифровые синтезаторы ...	30

## Новые микромощные сигма-дельта АЦП фирмы Analog Devices с типовым потреблением 65 мкА

Уменьшение потребляемой мощности является одной из основных задач при проектировании электронной аппаратуры. Снижая мощность потребления, можно расширить функциональные возможности проектируемого устройства и уменьшить его габариты. При разработке систем сбора данных, измерительных приборов, промышленного оборудования и особенно портативных устройств требуются АЦП с высоким разрешением и низким потреблением, позволяющим сохранить необходимый ресурс батарейного питания.



Преобразователи AD7790/AD7791 и AD7788/AD7789 – сигма-дельта АЦП фирмы Analog Devices, обеспечивающие высокие параметры при низком потреблении. При типовом значении тока потребления 65 мкА эти АЦП обеспечивают точность соответственно 16 и 19 двоичных разрядов. Эффективное разрешение преобразователей AD7788/AD7789 достигает 21.5 бит. В дополнение эти преобразователи содержат буферные каскады (только AD7790/AD7791), монитор напряжения питания, внутренний тактовый генератор с частотой 32 кГц и обеспечивают ослабление сетевой помехи на частоте 50 Гц. Наличие встроенного усилителя позволяет подключать АЦП к датчикам с низким выходным напряжением. Эти АЦП выпускаются в миниатюрном корпусе типа 10-MSOP.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- преобразователи тока от 4 до 20 мА
- измерители сигналов сенсоров
- устройства с батарейным питанием
- измерители температуры
- портативные приборы
- измерители давления
- весоизмерительные приборы

### Параметры сигма-дельта АЦП с низким потреблением

Наименование параметра	AD7788	AD7789	AD7790	AD7791
Разрешение, бит	16	24	16	24
Встроенный генератор	есть	есть	есть	есть
Встроенный буфер	нет	нет	есть	есть
Максимальный ток потребления, мкА	100	100	160	160
Ток потребления в режиме покоя, мкА	1	1	1	1
Уровень шума, мкВ	1.5	1.5	1.5	1.5
Тип корпуса	10-MSOP	10-MSOP	10-MSOP	10-MSOP
Ослабление сетевой помехи	есть	есть	есть	есть
Стоимость, \$ *	1.99	2.95	2.95	3.83

\* Цена FOB USA в партии 1000 штук



Перевод с английского  
В. Романова

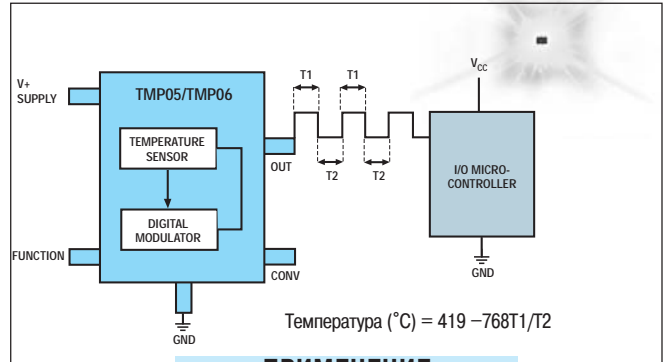
## Температурные сенсоры в микрокорпусах, отличающиеся высокой конкурентоспособностью

**Р**азработчики в течение продолжительного времени стремились повысить точность измерителей температуры и уменьшить их размеры без существенного увеличения стоимости. В настоящее время благодаря фирме Analog Devices разработчики получили возможность эффективно решить эту проблему.



### Самые миниатюрные в мире температурные сенсоры с ШИМ-сигналом на выходе

TMP05 и TMP06 – два новых температурных сенсора с широтно-импульсным информационным сигналом на выходе. Длительность прямоугольного импульса выходного ШИМ-сигнала пропорциональна абсолютному значению температуры. Точность сенсоров  $\pm 1^\circ\text{C}$  в диапазоне температур от 0 до  $70^\circ\text{C}$ . Эти сенсоры отличаются не только высокой точностью, но и обладают возможностью цепочечного объединения для подключения к последовательной шине микроконтроллера. Сенсоры TMP05 и TMP06 выпускаются в миниатюрном корпусе типа 5-SC70, имеют низкое потребление и предназначены для построения портативных приборов с батарейным питанием, а также для использования в автомобильной электронике.



TMP05  
TMP06

### ПРИМЕНЕНИЕ

- портативные устройства
- бытовая электронная аппаратура
- медицинская аппаратура
- промышленное оборудование
- измерительные приборы

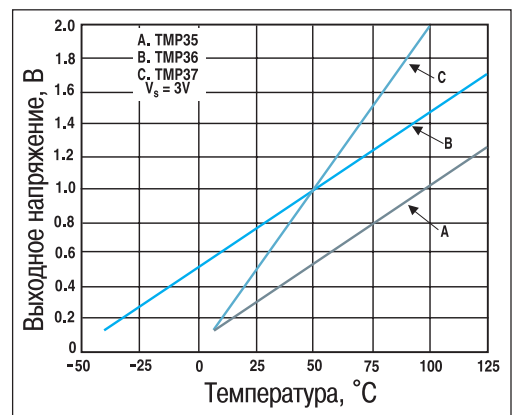
\$ 0.74  
\$ 0.74

- диапазон рабочих температур от  $-55$  до  $150^\circ\text{C}$
- напряжение питания от 2.7 до 5.5 В
- тип выхода TMP05 – CMOS-/TTL-уровни
- тип выхода TMP06 – открытый коллектор
- тип корпуса 5-SC70

## Новые температурные сенсоры имеют малые размеры, низкое потребление и невысокую стоимость

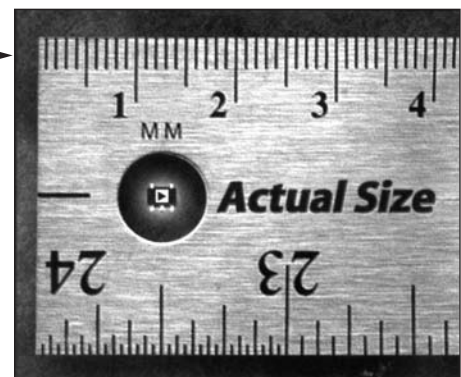


Семейство температурных сенсоров TMP3х имеет выход по напряжению, уровень которого пропорционален температуре окружающей среды. Чувствительность TMP35 и TMP36 составляет  $10\text{ мВ}/^\circ\text{C}$ . Наличие спящего режима (потребление в котором не превышает  $50\text{ мкА}$ ) позволяет использовать эти сенсоры в микромощных устройствах. Все сенсоры имеют диапазон напряжений питания от 2.7 до 5.5 В, погрешность  $\pm 2^\circ\text{C}$  в широком диапазоне температур и отличаются невысокой стоимостью, что обеспечивает возможность успешно применять их в новых разработках.



### Параметры новых температурных сенсоров

Тип	Чувствительность, мВ/°C	Погрешность, °C	Диапазон рабочих температур, °C	Стоимость, \$
TMP35	10	$\pm 2$	10...125	0.40
TMP36	10	$\pm 2$	-40...125	0.40
TMP37	20	$\pm 2$	5...100	0.40

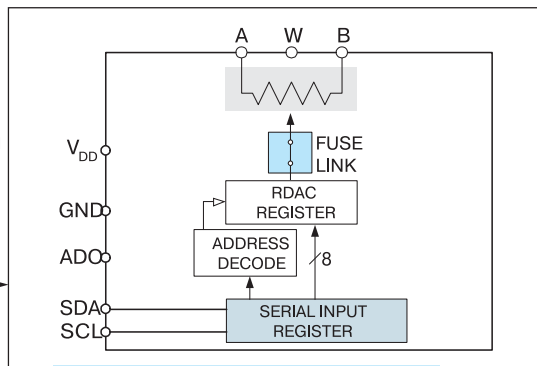


## Первый в мире микроэлектронный цифровой триммер с низким потреблением

**A**D5273 – самый компактный энергонезависимый цифровой потенциометр, отличающийся минимальной мощностью потребления. Одноканальный, на 64 положения, однократно программируемый цифровой переменный резистор обеспечивает те же характеристики, что и обычные электромеханические переменные резисторы и потенциометры. Выполненный в корпусе типа 8-SOT23 размерами 2.9×3 мм триммер AD5273 позволяет исключить механические воздействия на изделие, возникающие при подгонке параметров с помощью электромеханического резистора или потенциометра. Программирование цифрового триммера осуществляется через I<sup>2</sup>C-совместимый двухпроводной интерфейс. При этом сначала определяется требуемое значение сопротивления цифрового триммера, а затем необходимый код заносится в однократно программируемое ПЗУ триммера. Подтверждение достоверности записанного кода осуществляется специальным разрядом в составе триммера, который можно прочитать по I<sup>2</sup>C-интерфейсу. При наличии сигнала подтверждения достоверности записи кода в ПЗУ триммера пользователь может быть уверен, что разрушение данных невозможно как при отключении питания, так и при воздействии ВЧ полей, повышенной температуры или электростатического электричества.

- 64 положения
- однократно программируемый
- максимальное значение сопротивления между крайними выводами: 1, 10, 50 или 100 кОм
- компактный стандартный корпус типа 8-SOT23
- низкая мощность потребления: типовой ток потребления 0.1 мкА при напряжении питания от 2.7 до 5.5 В
- широкий диапазон рабочих температур от -40 до 105 °С
- частотный диапазон 6 МГц
- возможна поставка оценочной платы с программным обеспечением для установки триммера в необходимое состояние

AD5273



### ПРИМЕНЕНИЕ

- цепи калибровки датчиков
- цепи установки уровней сигналов
- цепи, в которых ранее использовались электромеханические переменные резисторы
- цепи автоматической регулировки параметров сенсоров
- цепи однократной калибровки параметров устройств и систем

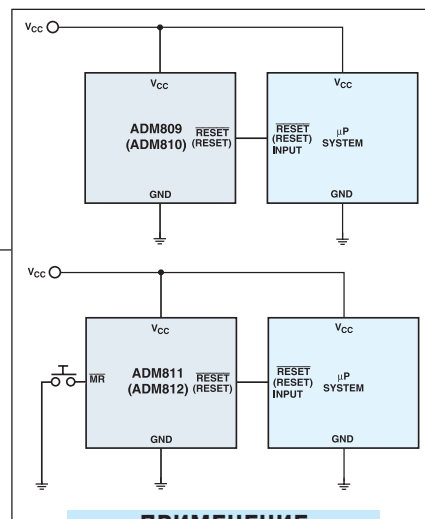
\$ 0.68

## ИМС супервизоров с низким потреблением

**C**упервизоры ADM809/ADM810/ADM811/ADM812 осуществляют мониторинг напряжений питания в микропроцессорных системах. Новый супервизор этого семейства типа Z имеет порог 2.32 В, что позволяет использовать его в устройствах с низким уровнем напряжения питания. Как и все другие представители семейства супервизор типа Z выпускается в корпусе SC70 или SOT.

Параметры супервизоров с низким потреблением

Тип	Минимальное время задержки, мс	Макс. ток потребления, мкА	Установка вручную	Активные выходные	Диапазон рабочих температур, °С	Стоимость, \$
ADM809	140	50	нет	L	-40...125	0.25
ADM810	140	50	нет	H	-40...125	0.25
ADM811	140	10	есть	L	-40...85	0.25
ADM812	140	10	есть	H	-40...85	0.25

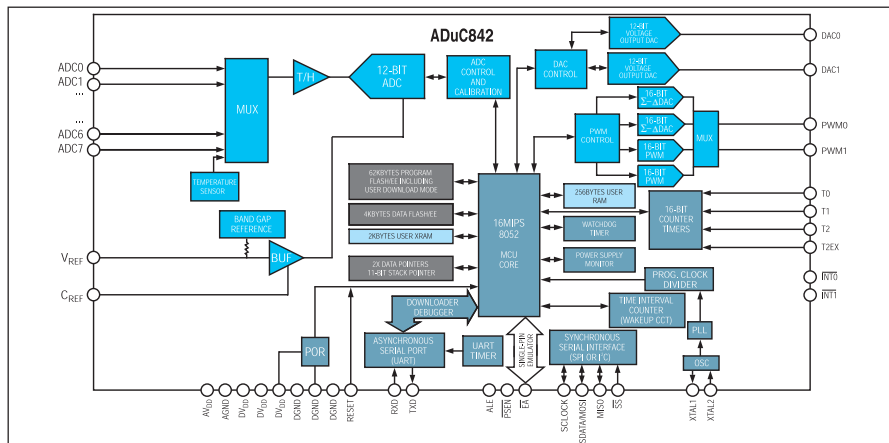


### ПРИМЕНЕНИЕ

- микропроцессорные системы
- портативные приборы
- портативные компьютеры
- контроллеры
- интеллектуальные приборы
- автомобильная электроника

## Микроконвертеры - это точные преобразователи данных, микроконтроллер и флэш-память в одном корпусе

Одна из основных проблем, стоящих перед разработчиками электронной аппаратуры, состоит в необходимости размещения множества разнотипных компонентов на ограниченном пространстве печатной платы. При этом необходимо обеспечить требуемую точность и мощность потребления, а также сохранить невысокую стоимость вновь разрабатываемого изделия. Кроме того, конкурентоспособность новой разработки может быть увеличена за счет сокращения сроков проектирования.



Ниже приведена краткая характеристика семейства микроконвертеров фирмы Analog Devices. В одном микроконвертере содержатся преобразователи данных с точностью от 12 до 24 разрядов, флэш-память или EEPROM, а также промышленный контроллер в стандарте 8052. Такое уникальное объединение разнотипных компонентов в одной ИМС характерно только для семейства микроконвертеров фирмы Analog Devices.

Новые представители этого семейства ADuC841 и ADuC842 имеют увеличенный объем внутренней памяти, максимальная частота тактовых импульсов составляет 25 МГц при напряжении питания 5 В и 16 МГц – при напряжении питания 3 В. Следует отметить, что одна команда микроконтроллера выполняется за один временной такт. Встроенная система ФАПЧ позволяет автоматически управлять частотой тактовых импульсов и тем самым минимизировать мощность потребления. Так, например, микроконвертер ADuC842 обеспечивает производительность 2 MIPS при токе потребления 2 мА и 16 MIPS при токе потребления 12 мА. Напряжение питания в этом случае составляет 3 В. В режиме покоя потребление микроконвертера может быть снижено до 12 мкА. Оба микроконвертера выпускаются в CSP-корпусах размерами 8×8 мм и содержат интерфейсы UART, SPI и I<sup>2</sup>C.

Параметры новых микроконвертеров

Тип	Параметры		Память		Производительность, MIPS	Тип корпуса	Стоимость, \$
	АЦП	ЦАП	программ: Flash/EE, кбайт	данных: Flash/EE, RAM, байт			
ADuC814	12 бит, 6 каналов, 247 кГц	2×12 бит	8	640, 256	1.3	28-TSSOP	4.52
ADuC816	2×16 бит, 105 Гц	12 бит	8	640, 256	1	52-PQFP, 56-CSP	9.11
ADuC824	2×24 бит, 16 бит, 105 Гц	12 бит	8	640, 256	1	52-PQFP, 56-CSP	10.74
ADuC831, ADuC832	12 бит, 8 каналов, 247 кГц	2×12 бит, 2 ШИМ-выхода	62	4К, 2К+256	1.3	52-PQFP, 56-CSP	8.76
ADuC834	2×24 бит, 16 бит, 105 Гц	12 бит, 2 ШИМ-выхода	62	4К, 2К+256	1	52-PQFP, 56-CSP	12.32
ADuC836	2×16 бит, 105 Гц	12 бит, 2 ШИМ-выхода	62	4К, 2К+256	1	52-PQFP, 56-CSP	9.85
ADuC841, ADuC842	12 бит, 8 каналов, 400 кГц	2×12 бит, 2 ШИМ-выхода	62, 32, 8	4К, 2К, 640, 2К+256, 256	25, 16 (ФАПЧ)	52-PQFP, 56-CSP	5.85... 9.64
ADuC843	12 бит, 8 каналов, 400 кГц	2 ШИМ-выхода	32, 8	2К, 640, 2К+256, 256	16 (ФАПЧ)	56-CSP	4.75... 5.85
ADuC844	2×24 бит, 16 бит, 105 Гц	12 бит, 2 ШИМ-выхода	62, 32, 8	4К, 2К, 640, 2К+256, 256	12	52-PQFP, 56-CSP	9.85... 13.40
ADuC846	2×16 бит, 105 Гц	12 бит, 2 ШИМ-выхода	62, 32, 8	4К, 2К, 640, 2К+256, 256	12	52-PQFP, 56-CSP	7.85... 11.25

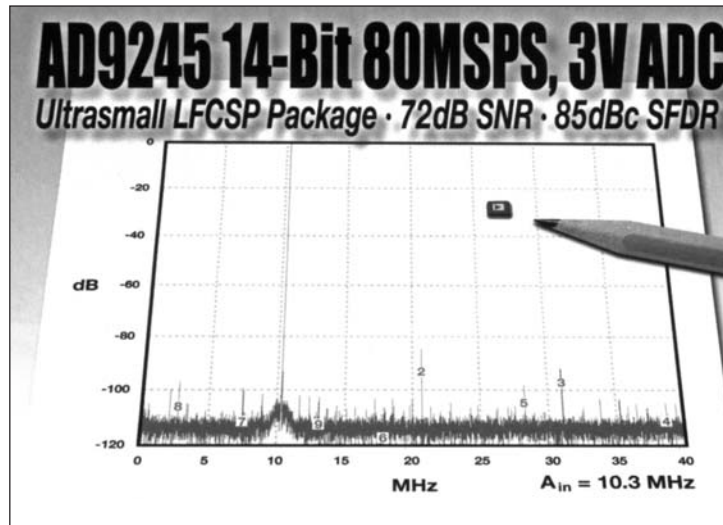
### Новые программные средства отладки микроконвертеров фирмы Analog Devices

Новый отладочный набор QuickStart-Plus обеспечивает все необходимые процедуры по программированию, тестированию и созданию базовых приложений на языке С или ассемблере. Этот набор представляет собой мощную отладочную среду, в составе которой имеется С компилятор, макроассемблер, симулятор и эмулятор, а также специальная оценочная плата. Программное обеспечение загружается в РС, который подключен к отлаживаемому устройству через внутрисхемный эмулятор. В составе набора имеется интерфейс RS-232 для подключения к РС. Подробную информацию о наборе QuickStart-Plus можно получить в сети Интернет по адресу: [www.analog.com](http://www.analog.com)



## 14-разрядный АЦП в миниатюрном корпусе

**А**D9245 – новый преобразователь с разрешением 14 бит и производительностью 80 млн преобразований в секунду. Этот быстродействующий преобразователь выпускается в корпусе LFCSP. Размеры такого корпуса составляют 5×5 мм, что на 60 % меньше корпуса TSSOP и на 87 % – корпуса SOIC. Следует отметить, что уменьшение размеров корпуса AD9245 не отразилось на его параметрах. Отношение сигнал/шум этого АЦП составляет 72 дБ, потребляемая мощность – 450 мВт.



Параметры быстродействующих АЦП

Тип АЦП	Разрешение, бит	Производительность, млн преобр./с	Мощность потребления, мВт	Частотный диапазон, МГц	Отношение сигнал/шум, дБ	Стоимость, \$
AD9215	10	65/80/105	70/90/120	400	58	6.25
AD9235	12	20/40/65	90/165/300	500	70	12.38
AD9236	12	80	400	500	68	23.21
AD9245	14	80	450	500	72	—

Подробную информацию об АЦП AD9245 можно получить в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/fastADC](http://www.analog.com/fastADC)

## Высококачественные ЦАП для портативных приборов и устройств

**С**овременные высококачественное измерительное и тестовое оборудование, как правило, производится в портативном исполнении. Медицинская диагностическая аппаратура по своим габаритам должна быть меньше портативных компьютеров и ультразвуковых приборов. С батарейным питанием выпускаются анализаторы спектра и генераторы сигналов. Во всех перечисленных устройствах используются миниатюрные компоненты с малой потребляемой мощностью. Фирма Analog Devices разработала новое семейство миниатюрных высококачественных ЦАП AD974x, предназначенных для портативных приборов и устройств. Это третье поколение совместимых между собой по выводам передающих (TxDAC) ЦАП AD9748/AD9740/AD9742/AD9744, разрешение которых составляет соответственно 8, 10, 12 и 14 разрядов, а производительность – 165 млн преобразований в секунду. При изготовлении ЦАП семейства AD974x использована CMOS-технология, обеспечивающая (при напряжении питания 3 В) широкий динамический диапазон неискаженного сигнала, малый уровень шумов и низкую мощность рассеяния (не более 135 мВт) при максимальной скорости преобразования. Использование режима с неполной шкалой значений выходных токов позволяет снизить мощность рассеяния до 75 мВт. В режиме ожидания мощность рассеяния составляет 15 мВт. Преобразователи нового семейства выпускаются в CSP-корпусах, что позволяет использовать их в сверхминиатюрных приборах и устройствах.

Параметры ЦАП семейства AD974x

Тип ЦАП	Разрешение, бит	Мощность потребления, мВт			Стоимость, \$
		полная	уменьшенная	в режиме ожидания	
AD9748	8	135	75	15	2.95
AD9740	10				4.95
AD9742	12				6.95
AD9744	14				9.00

**Chip Scale Packaging:**  
**Smaller Packages — Same Great Performance**

AD974x TxDAC Family  
CSP

Недорогие миниатюрные АЦП поразрядного уравнивания, отличающиеся низким потреблением

При разработке современной электронной аппаратуры требуются поразрядные АЦП с высокой производительностью, низким потреблением, малыми размерами и невысокой стоимостью. Этим требованиям отвечает новое семейство 16-разрядных АЦП фирмы Analog Devices, которые выпускаются в миниатюрных корпусах типа SOT23.



Новый АЦП AD7680 отличается минимальными размерами, низким потреблением и невысокой стоимостью. Это 16-разрядный преобразователь поразрядного уравнивания, который выпускается в корпусе SOT23. Пропуски кодов в передаточной характеристике отсутствуют. AD7680 – первый в мире миниатюрный поразрядный АЦП. К его основным особенностям следует отнести высокую производительность, достигающую 100 тысяч преобразований в секунду, и низкую мощность рассеяния, составляющую 3 мВт при напряжении питания 3 В и 15 мВт при напряжении питания 5 В. АЦП автоматически переходит в режим ожидания при окончании процесса преобразования, что позволяет снизить среднюю мощность рассеяния и увеличить эффективность работы АЦП, если скорость преобразования отличается от максимальной. Ток потребления АЦП в спящем режиме составляет 0.5 мкА.

**AD7680: World's First 16-Bit ADC in SOT-23-6**

- 15-bits no missing codes
- 100 kSPS conversion rate
- ± 4 LSB-INL
- 3 mW power consumption rate

**ПРИМЕНЕНИЕ**

- портативные устройства с батарейным питанием
- медицинская аппаратура и системы управления
- распределенные системы сбора данных
- системы мобильной связи
- портативные измерительные приборы

AD7680

\$ 6.00

**Параметры АЦП AD7680**

Тип	Диапазон входного сигнала	Производительность, тыс. преобр./с	Погрешность из-за пропусков кодов, EMP	Интегральная нелинейность, EMP	Мощность рассеяния, мВт	Тип корпуса	Опорный источник	Тип интерфейса	Особенности
AD7680	0...U <sub>n</sub>	100	1	4	3 (3 В), 15 (5 В)	SOT23	внешний	последовательный	однополярный, 16 бит, сверхминиатюрный

8-, 10- и 12-разрядные АЦП с последовательным интерфейсом обеспечивают максимальную производительность при минимальном потреблении

Новые 8-, 10- и 12-разрядные АЦП с последовательным интерфейсом обеспечивают наилучшее отношение производительность/потребление, выпускаются в миниатюрных корпусах и отвечают всем требованиям, предъявляемым к портативным системам сбора данных, медицинской аппаратуре, промышленному оборудованию и беспроводным системам связи.

**Одноканальные**

AD7466	12 бит	200 кГц
AD7467	10 бит	200 кГц
AD7468	8 бит	200 кГц

**Двухканальные**

AD7992	12 бит	188 кГц
--------	--------	---------

**Четырехканальные**

AD7994	12 бит	188 кГц
AD7993	10 бит	188 кГц

**Восьмиканальные**

AD7998	12 бит	188 кГц
AD7997	10 бит	188 кГц

**Псевдодифференциальный вход**

AD7451/AD7453/AD7457	12 бит	1000/600/100 кГц
AD7441	10 бит	1000 кГц

1.8 В

1000 кГц

Дифференциальный или псевдодифференциальный вход

**Одноканальные**

AD7476A/AD7920	12 бит	1000/250 кГц
AD7477A/AD7910	10 бит	1000/250 кГц
AD7478A	8 бит	1000 кГц

**Четырехканальные**

AD7924/AD7923	12 бит	1000/200 кГц
AD7914	10 бит	1000 кГц
AD7904	8 бит	1000 кГц

**Восьмиканальные**

AD7928/AD7927	12 бит	1000/200 кГц
AD7918	10 бит	1000 кГц
AD7908	8 бит	1000 кГц

**16-канальный**

AD7490	12 бит	1000 кГц
--------	--------	----------

**Дифференциальный вход**

AD7450A/AD7452	12 бит	1000/600 кГц
AD7440	10 бит	1000 кГц

Напряжение питания 1.8 В

Многоканальные, I<sup>2</sup>C-интерфейс

Сверхминиатюрный корпус SC70

Быстродействующие Многоканальные





## Высокоинтегрированные ЦАП с низким потреблением

При разработке измерительного и тестового оборудования требуются цифро-аналоговые преобразователи, позволяющие устанавливать различные уровни напряжений с высокой степенью точности. Кроме того, такие ЦАП применяются в драйверах лазеров, мощных усилителях для оптических сетей и базовых станциях. Повышение степени интеграции ЦАП позволяет уменьшить размеры печатной платы и снизить стоимость проектируемого изделия в целом.



### Новые восьмиканальные ЦАП с выходом по напряжению

Новое семейство высокоинтегрированных восьмиканальных ЦАП имеет сверхнизкое потребление – не более 1 мА на канал. Напряжение питания этих ЦАП от 2.5 до 5.5 В, разрешение 8, 10 и 12 разрядов, интерфейс – последовательный трехпроводной или параллельный. Все преобразователи конструктивно и программно совместимы между собой, что позволяет модифицировать изделие без перепроектирования его узлов. Все ЦАП этого семейства работают при температуре до 105 °С.

### Параметры восьмиканальных ЦАП

Тип ЦАП	Разрешение, бит	Число ЦАП в корпусе	Напряжение питания, В	Особенности	Тип корпуса	Тип интерфейса
AD5308	8	8	2.5...5.5	rail-to-rail	16-TSSOP	трехпроводной
AD5346	8	8	2.5...5.5	rail-to-rail, чтение данных	40-CSP, 38-TSSOP	параллельный
AD5318	10	8	2.5...5.5	rail-to-rail	16-TSSOP	трехпроводной
AD5347	10	8	2.5...5.5	rail-to-rail, чтение данных	40-CSP, 38-TSSOP	параллельный
AD5328	12	8	2.5...5.5	rail-to-rail	16-TSSOP	трехпроводной
AD5348	12	8	2.5...5.5	rail-to-rail, чтение данных	40-CSP, 38-TSSOP	параллельный

## ЦАП, совместимые с микромощными сигнальными процессорами

Эффективность системного проектирования зависит от типа интерфейса, с помощью которого отдельные компоненты системы сопрягаются между собой. Являясь лидером в области производства аналоговых и цифровых электронных компонентов, фирма Analog Devices наилучшим образом решила проблему сопряжения процессорных узлов с преобразователями данных. Представленные в таблице ЦАП предназначены для сопряжения с сигнальными процессорами семейства ADSP-21xx, SHARC и Blackfin.

### ЦАП, совместимые с микромощными сигнальными процессорами

Разрешение, бит	Одноканальные		Двухканальные		Четырехканальные		Восьмиканальные	
	Тип	Корпус	Тип	Корпус	Тип	Корпус	Тип	Корпус
8	AD5300	6-SOT23, 8-MSOP	AD5302	10-MSOP	AD5304	10-MSOP	AD5308	16-TSSOP
			AD5303	16-TSSOP	AD5307	16-TSSOP		
10	AD5310	6-SOT23, 8-MSOP	AD5312	10-MSOP	AD5314	10-MSOP	AD5318	16-TSSOP
			AD5313	16-TSSOP	AD5317	16-TSSOP		
12	AD5320	6-SOT23, 8-MSOP	AD5322	10-MSOP	AD5324	10-MSOP	AD5328	16-TSSOP
			AD5323	16-TSSOP	AD5327	16-TSSOP		
14	AD5551	8-SOIC	Подробную информацию об этих ЦАП можно найти в сети Интернет на Web-сайте фирмы Analog Devices: <a href="http://www.analog.com">www.analog.com</a>					
	AD5552	14-SOIC						
16	AD5541	8-SOIC						
	AD5542	14-SOIC						

## Усилители с напряжением питания 1.8 В

**В** настоящее время операционные усилители с напряжением питания ниже 2 В являются редкостью на рынке электронных компонентов. По истечении ресурса батарейного питания напряжение питания может составлять 1.8 В (для ионно-литиевых батареек). Желательно, чтобы при таком напряжении питания усилители сохраняли работоспособность.



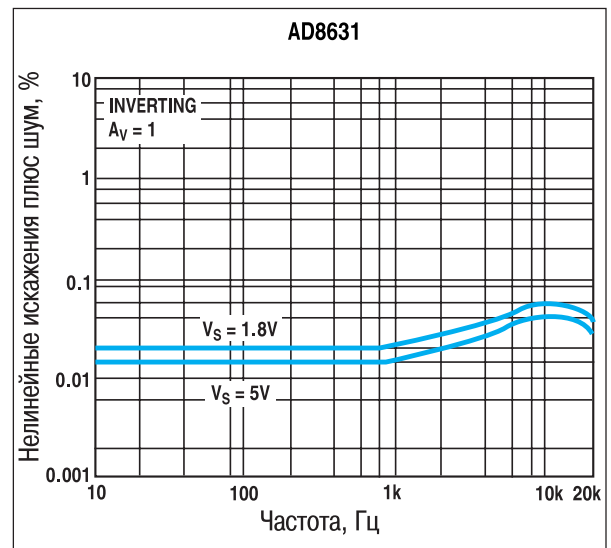
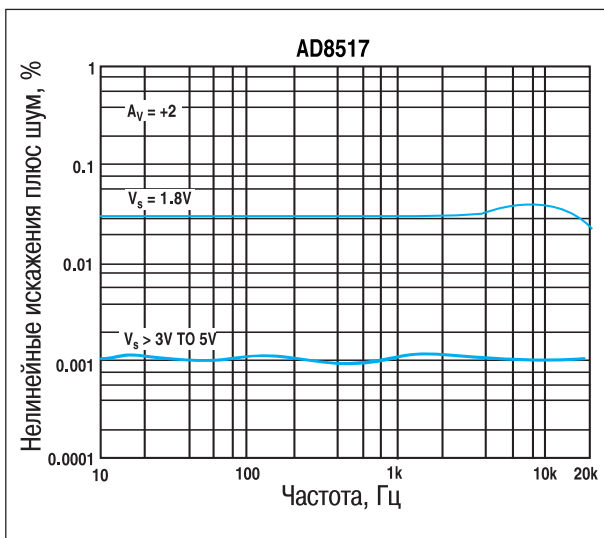
### Семейство усилителей AD8631/AD8632 и AD8517/AD8527

Усилители фирмы Analog Devices AD8631 и AD8517 – первые усилители на рынке электронных компонентов, которые могут работать при напряжении питания 1.8 В. Данные усилители сохраняют отличные характеристики, включая низкий уровень шумов и широкий частотный диапазон, при напряжении питания 1.8 В. Потребляемая мощность AD8631 составляет 400 мкВт, а AD8517 – 1 мВт. Усилители предназначены для построения входных драйверов, буферных каскадов, активных фильтров, аудиоусилителей, портативных приборов и устройств с батарейным питанием. Оба усилителя выпускаются в корпусе типа 5-SOT23. Сдвоенные ОУ AD8632 и AD8527 выпускаются в корпусе типа 8-MSOP или 8-SOIC. Стоимость усилителя этого семейства всего \$ 0.65 в партии 1000 шт. Напряжение питания данных ОУ от 1.8 В до 5 В, диапазон рабочих температур AD8631 и AD8517 от -40 до 125 °С.

- широкий частотный диапазон при напряжении питания 1.8 В
- высокая скорость нарастания выходного сигнала при напряжении питания 1.8 В
- низкий ток потребления
- низкий уровень входных шумов
- rail-to-rail по входу и выходу
- напряжение смещения нуля 1 мВ

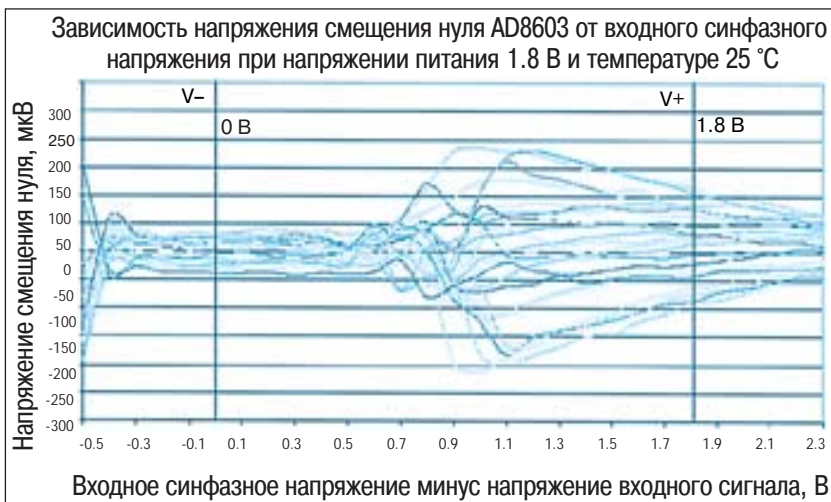
### Параметры усилителей при напряжении питания 1.8 В

Наименование параметра	AD8631/ AD8632	AD8517/ AD8527
Частотный диапазон, МГц	4	7
Скорость нарастания выходного сигнала, В/мкс	2	7
Ток потребления, мкА	225	650
Уровень входного шума, нВ/√Гц	23	15



## Усилитель AD8603

Усилитель AD8603 характеризуется высокими техническими параметрами при низком напряжении питания. Этот усилитель имеет высокую точность на постоянном токе, низкий уровень шумов и минимальный рабочий ток. Он выполнен по DigiTrim-технологии, что обеспечивает регулировку параметров в условиях производства. Благодаря этой технологии усилитель имеет малое напряжение смещения нуля и невысокую стоимость. Отличительными особенностями усилителя AD8603 являются низкий температурный дрейф, низкий уровень входных шумов по току и по напряжению, а также минимальный ток смещения, что позволяет использовать этот ОУ в прецизионных измерительных устройствах с низким уровнем напряжения питания и малой потребляемой мощностью. Усилитель AD8603 выпускается в миниатюрном корпусе 5-SOT23. Сдвоенный AD8607 и счетверенный AD8609 подготовлены к серийному выпуску. Стоимость усилителя AD8603 составляет \$ 0.67 в партии 1000 шт. Подобно усилителям AD8631 и AD8517, ОУ AD8603 может работать при напряжении питания от 1.8 до 5 В в диапазоне рабочих температур от -40 до 125 °C.



AD8515

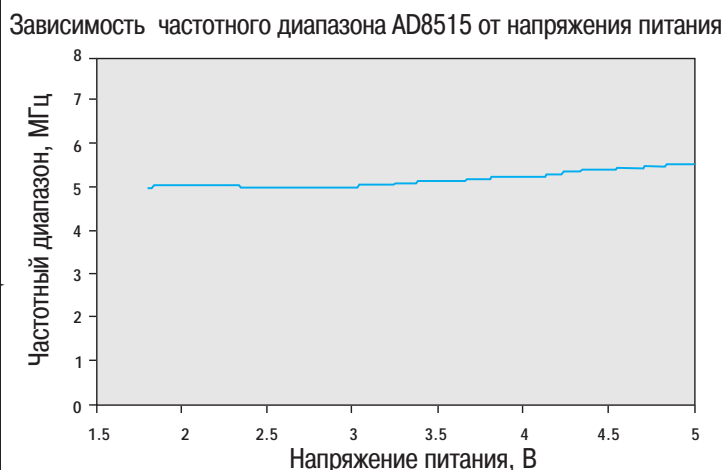
\$ 0.55

- максимальный ток потребления 60 мкА
- максимальное напряжение смещения нуля 65 мкВ
- максимальный входной ток смещения 1 пА
- уровень шума по напряжению 25 нВ/√Гц
- частотный диапазон при напряжении питания 1.8 В составляет 300 кГц
- rail-to-rail по входу и выходу
- выходной ток не менее 10 мА

## Усилитель AD8515

Усилитель AD8515 подобно усилителям AD8631 и AD8517 обеспечивает высокие параметры при низком напряжении питания. Отличительными особенностями AD8515 являются высокий входной импеданс и низкий ток смещения. Этот усилитель практически нечувствителен к изменениям температуры и напряжения питания и обеспечивает высокие параметры в жестких условиях эксплуатации. В отличие от ближайших аналогов AD8515 может быть использован в качестве драйвера при работе на низкоомную нагрузку. Невысокая стоимость этого усилителя позволяет применять его в серийных системах. Основное применение усилителя AD8515 – входные драйверы, буферные каскады, активные фильтры, аудиоусилители портативных устройств, автомобильные сенсоры с батарейным питанием, силовые управляющие системы, содержащие сенсоры с высоким выходным импедансом. Данный усилитель выпускается в корпусе 5-SOT23 или SC70. Напряжение питания AD8515 от 1.8 до 5 В, диапазон рабочих температур от -40 до 125 °C.

- входной ток смещения 1 пА
- частотный диапазон 5 МГц при напряжении питания 1.8 В
- скорость нарастания выходного сигнала 2 В/мкс при напряжении питания 1.8 В
- ток потребления 400 мкА
- максимальный выходной ток не менее 10 мА
- rail-to-rail по входу и выходу
- напряжение смещения нуля 1 мВ



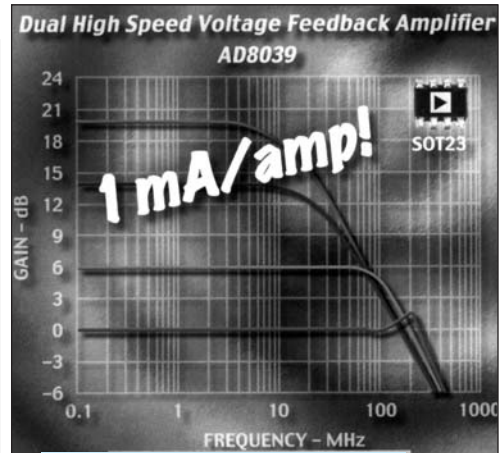
## Широкополосные voltage feedback операционные усилители AD8038/AD8039 с током потребления 1 мА

Современная электронная аппаратура отличается высокой сложностью и плотностью компоновки. Поэтому электронные компоненты в таких системах должны обладать минимальным потреблением и не требовать принудительного отбора тепла. Этим требованиям отвечают voltage feedback усилители AD8038 (одинарный) и AD8039 (сдвоенный) с полосой пропускания 350 МГц, скоростью нарастания выходного сигнала 425 В/мкс и типовым током потребления 1 мА на усилитель. Максимальный ток потребления на усилитель не превышает 1.5 мА.



Низкая мощность потребления усилителя AD8039 дает возможность минимизировать требования к батарейному питанию и тепловому режиму проектируемого устройства, что, в свою очередь, позволяет снизить стоимость и повысить плотность компоновки нового изделия. Чем ниже температура электронного устройства, тем выше его надежность и больше срок службы. Кроме того, усилители AD8038/AD8039 относятся к прецизионным устройствам: максимальное смещение нуля не превышает 3 мВ, а ток смещения составляет 750 нА. Использование XFCS технологического процесса позволило обеспечить минимальный уровень шумов по току (600 фА/√Гц) и напряжению (8 нВ/√Гц) при низком токе потребления.

Размах входного и выходного напряжений на один вольт меньше диапазона напряжений питания этих усилителей. Усилители AD8038/AD8039 отличаются низким потреблением, высоким быстродействием и выпускаются в миниатюрных корпусах: AD8038 – в корпусе типа SC70, AD8039 – в корпусе 8-SOT23. Усилители предназначены для работы в промышленном диапазоне температур от -40 до 85 °С.



- полоса пропускания 350 МГц
- максимальный ток потребления 1.5 мА на усилитель
- скорость нарастания выходного сигнала 425 В/мкс
- уровень входного шума 8 нВ/√Гц
- максимальное напряжение смещения нуля 3 мВ
- максимальный входной ток смещения 750 нА
- наличие режима блокировки

AD8038  
AD8039

### ПРИМЕНЕНИЕ

- устройства с батарейным питанием
- измерительные приборы
- фильтры
- драйверы АЦП
- сдвигатели уровней
- буферные каскады
- устройства с высокой плотностью компоновки на печатной плате

\$ 0.85  
\$ 1.20

## Широкополосный усилитель AD8005 со сверхнизким потреблением

Усилитель AD8005 отличается сверхнизким потреблением и высоким быстродействием: полоса пропускания 270 МГц при единичном усилении, скорость нарастания при коэффициенте усиления -1 составляет 1500 В/мкс. Эти параметры обеспечиваются усилителем при токе потребления не более 400 мкА, что позволяет поддерживать высокий ресурс батарейного питания быстродействующих систем.



Current feedback усилитель AD8005 отличается высокой равномерностью АЧХ: 0.1 дБ в полосе частот 30 МГц; погрешность коэффициента дифференциального усиления составляет 0.11 %, а фазовый сдвиг не превышает 0.4°, что позволяет использовать данный ОУ в высококачественных аудиосистемах. AD8005 имеет минимальные нелинейные искажения в широком диапазоне частот: -63 дБн на частоте 1 МГц и -50 дБн на частоте 10 МГц. Это идеальный усилитель для построения драйверов быстродействующих АЦП и буферных каскадов ЦАП, предназначенных для портативных приборов, медицинской аппаратуры и систем связи.

Напряжение питания усилителя AD8005 составляет 5 или ±5 В, диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С. Усилитель можно приобрести в корпусах следующих типов: 8-DIP, 8-SOIC или 5-SOT23.

### ПРИМЕНЕНИЕ

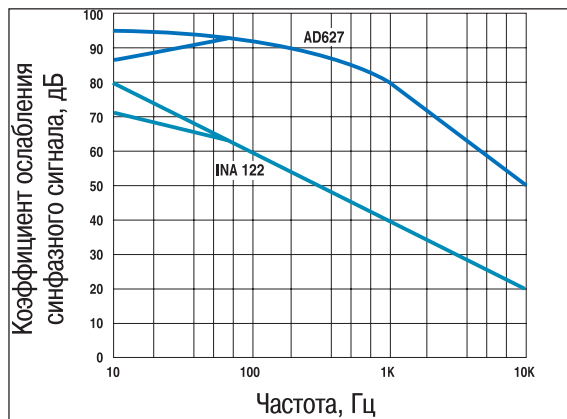
- быстродействующие системы с жесткими требованиями к ресурсу батарейного питания:
  - приборы с батарейным питанием
  - распределенные системы управления
  - тестовое оборудование видеосистем и систем связи
  - портативная медицинская аппаратура
- сигнальные кондиционеры
- профессиональные видеосистемы
- буферы и драйверы АЦП

- сверхнизкое потребление: 400 мкА при напряжении питания 5 В
- высокое быстродействие: частота среза 270 МГц при единичном усилении
- быстрое время установления: 28 нс при скачке напряжения 2 В и коэффициенте усиления 2
- малый уровень шумов и искажений: -63 дБн на частоте 1 МГц при размахе входного сигнала 2 В
- высокая скорость нарастания выходного сигнала: 280 В/мкс при коэффициенте усиления 2
- неравномерность АЧХ 0.1 дБ в полосе частот 30 МГц
- погрешность дифференциального усиления сигнала 0.11 %
- фазовый сдвиг 0.48°



## Недорогой миниатюрный измерительный усилитель с током потребления 85 мкА

**И**змерительный усилитель AD627 отличается сверхнизким потреблением (не более 85 мкА) и высокими параметрами на постоянном и переменном токе. Он имеет rail-to-rail выход в диапазоне напряжений питания от  $\pm 18$  до 2.2 В. Малое напряжение смещения нуля, низкий температурный дрейф этого смещения, а также низкая погрешность коэффициента усиления и малый дрейф этого коэффициента позволяют свести к минимуму погрешности системы на постоянном токе. Шумы и искажения в линии подавляются благодаря высокому коэффициенту ослабления синфазной составляющей в диапазоне частот до 200 Гц. Этот усилитель подавляет сетевую помеху, что позволяет использовать его в оборудовании, работающем в условиях высоких промышленных помех.



- максимальный ток потребления 85 мкА
- коэффициент ослабления синфазной помехи 77 дБ на частоте 50 Гц при усилении, равном 5
- одно- и двухполярное напряжение питания, rail-to-rail по выходу
- температурный дрейф напряжения смещения нуля 3 мкВ/°С
- максимальный входной ток смещения 10 нА

### ПРИМЕНЕНИЕ

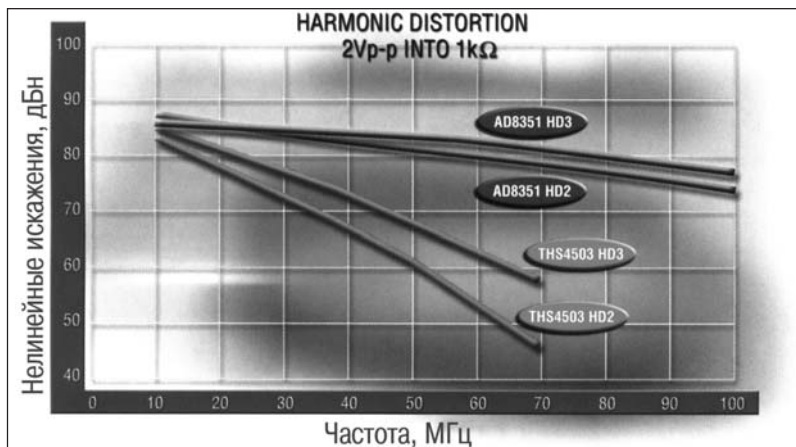
- медицинская аппаратура с низким потреблением
- силовые системы с токовой петлей от 4 до 20 мА
- системы сбора данных с низким потреблением
- портативные измерительные приборы с батарейным питанием
- интерфейсы датчиков

AD627

\$ 2.3

## Однокристалльный дифференциальный усилитель AD8351 имеет минимальные искажения и сверхнизкую потребляемую мощность

**Д**ифференциальный усилитель AD8351 имеет минимальные искажения и предназначен для использования в качестве драйвера 10-/14-разрядных АЦП с выборкой сигналов. Регулировка коэффициента усиления AD8351 в диапазоне от 0 до 26 дБ осуществляется одним внешним резистором. Возможность регулировки выходного напряжения смещения этого усилителя позволяет упростить согласование АЦП с различными датчиками. Ключевыми особенностями усилителя AD8351 являются низкие искажения и шумы в широком диапазоне частот, что позволяет использовать его в дифференциальных измерительных каналах.



### Особенности

- широкополосный дифференциальный усилитель
- регулировка усиления одним внешним резистором
- регулировка смещения выходного напряжения
- минимальное время восстановления и установления выходного сигнала
- наличие режима покоя, корпус типа 10-MSOP

AD8351

\$ 3.69

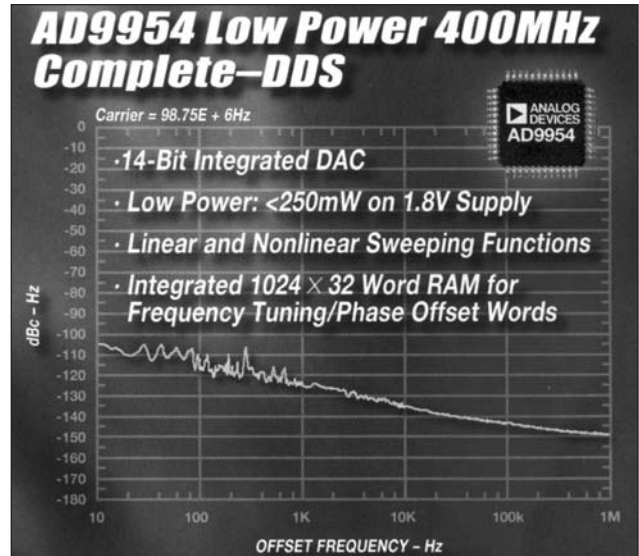
### Характеристики

- нелинейные искажения -81 дБн на частоте 70 МГц
- спектральная плотность шума 2.7 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$  при коэффициенте усиления 10 дБ
- высокая линейность
- скорость нарастания выходного напряжения 12 900 В/мкс
- ток потребления 28 мА при напряжении питания 5 В

## Семейство широкополосных прямых цифровых синтезаторов пополнилось новыми микросхемами с низким потреблением

Прямые цифровые синтезаторы отличаются высокими параметрами, однако при тактовой частоте свыше 100 МГц имеют высокое потребление. Новое семейство синтезаторов фирмы Analog Devices работает при напряжении питания 1.8 В, в то же время, если частота выборки сигнала достигает 400 МГц, эти синтезаторы имеют низкое потребление. Синтезаторы AD9859/ AD9951/AD9952/ AD9953/ AD9954 имеют мощность рассеяния не более 200 мВт при частоте выборки сигнала 400 МГц, что составляет не более 0.5 мВт на мегагерц. Высокая экономичность этих синтезаторов сочетается с отличными техническими параметрами. Так, например, динамический диапазон неискаженного сигнала этих синтезаторов составляет 80 дБ на частоте 130 МГц при смещении  $\pm 100$  кГц.

Новые синтезаторы выпускаются в миниатюрном 7x7 мм корпусе типа TQFP. Они предназначены для построения перестраиваемых генераторов, программируемых тактовых генераторов, источников частотно-модулированных сигналов, акустооптических драйверов и других устройств, в которых требуется прецизионная программируемая перестройка частоты генератора.



AD9859	\$ 9.75
AD9951	\$ 13.75
AD9952	\$ 15.50
AD9953	\$ 14.75
AD9954	\$ 17.25

### Информационные бюллетени фирмы Analog Devices

- АЦП • ЦАП • Усилители • ИМС для систем телекоммуникаций •
- ИМС для управления электропитанием и тепловыми режимами • ИМС для оптических сетей •

#### Центральный офис

One Technology Way  
P.O. Box 9106  
Norwood,  
MA 02062-9106 U.S.A.  
Тел.: +1 781 329 4700  
(1 800 262 5643,  
только для США)  
Факс: +1 781 326 8703  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

#### Офис в Германии

Am Westpark 1 - 3  
D-81373 München  
Germany  
Тел.: +89 76903-0  
Факс: +89 76903-157  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

#### Офис в Австрии

Breitenfurter Strabe 415  
1230 Wien  
Austria  
Тел.: +43-1-8885504-76  
Факс: +43-1-8885504-85  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

#### Дистрибьютор в Украине **VD MAIS**

а/я 942, Киев 01033  
Украина  
Тел.: +380 44-227-2262  
Факс: +380 44-227-3668  
E-mail:  
[info@vdm.kiev.ua](mailto:info@vdm.kiev.ua)  
Интернет:  
<http://www.vdm.kiev.ua>



## АНАЛИЗАТОРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ

В качестве источников питания портативной электронной аппаратуры широкое распространение получили аккумуляторы. Использование зарядных устройств позволяет лишь определить, заряжен аккумулятор или нет. Однако для правильной оценки его технического состояния этого недостаточно. Полную информацию о состоянии аккумулятора можно получить, используя анализаторы аккумуляторов.

### А. Мельниченко

Пользователи, применяющие аккумуляторы для питания электронной аппаратуры, как правило, доверяют зарядному устройству, сигнализирующему о полной зарядке аккумулятора, и рассчитывают, что аппаратура будет работать в течение времени, определяемого его номинальной емкостью. Однако сигнал зарядного устройства указывает лишь на то, что аккумулятор полностью заряжен, но никоим образом не гарантирует значения его емкости. И зарядив аккумулятор, емкость которого со временем существенно уменьшилась, пользователь может с удивлением обнаружить, что срок работы аппаратуры до перезарядки аккумулятора неожиданно сократился. Для бытового применения это, возможно, и не так важно, однако,

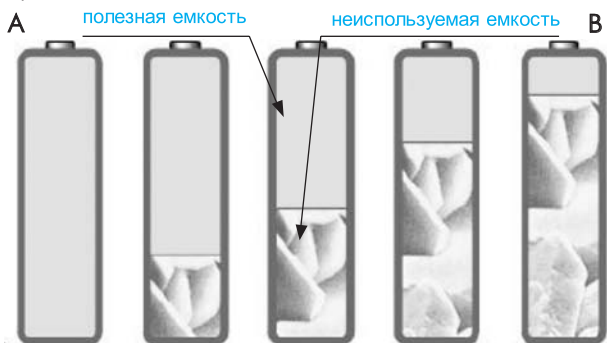


Рис. 1. Различные стадии старения аккумулятора: аккумулятор А имеет 100 % емкости, его активные компоненты имеют однородную, мелкодисперсную структуру и большую площадь активной поверхности; аккумулятор В – наихудший, имеет только 20 % номинальной емкости, его электроды покрылись крупными кристаллами, а площадь активной поверхности значительно уменьшилась

когда речь идет об аппаратуре, используемой спецподразделениями МВД, пожарными, МЧС или другими подобными службами, внезапный отказ может иметь довольно неприятные последствия.

Процессы "старения" аккумуляторов (коррозии электродов, потери влаги электролитом и др.) приводят к постепенному уменьшению емкости аккумуляторов (рис. 1). Поэтому для обретения уверенности в том, что аккумуляторы будут безотказно работать в течение определенного срока, необходим постоянный контроль за их техническим состоянием. Ошибочно полагать, что переход на аккумуляторы с большей емкостью исправит положение. Необходимо постоянно отбраковывать аккумуляторы, емкость которых уменьшилась ниже заданного предела (обычно 80 % от номинальной).

Для осуществления контроля технического состояния аккумуляторов ряд фирм выпускает анализаторы аккумуляторов, позволяющие контролировать их емкость. Они также обеспечивают возможность проведения восстановительных зарядно-разрядных циклов (рис. 2), если емкость аккумуляторов уменьшилась ниже допустимого значения (это относится к аккумуляторам на основе никеля, периодически нуждающимся в таких циклах для восстановления емкости). Аккумуляторы, не достигшие необходимого значения емкости, отбраковываются.

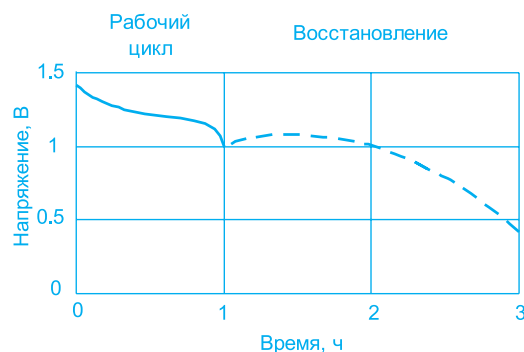


Рис. 2. Характеристика разряда/восстановления NiCd аккумулятора (восстановление аккумулятора заключается в разряде его до 1 вольта на элемент при нагрузочном токе, равном номинальному значению емкости в амперах, и последующем разряде до 0.4 вольта уменьшенным током)

\* По материалам статьи "The "Green Light" Lies" by Isidor Buchmann ([www.buchmann.ca](http://www.buchmann.ca)).

Isidor Buchmann – основатель и управляющий компании Cadex Electronics Inc. (Ванкувер, Канада), занимается исследованием процессов происходящих в аккумуляторах в течение почти двух десятилетий. Он – хорошо известный ученый, представлявший свои достижения на семинарах и конференциях, автор многих книг и статей по технологии обслуживания аккумуляторов.

Имеющиеся на рынке анализаторы можно разделить на два типа: с фиксированным и с программируемым зарядно-разрядным током. Приборы второго типа проще адаптируются к различным типам аккумуляторов и более эффективно проводят восстановление аккумуляторов, емкость которых с течением времени уменьшилась.

Выпускаемые канадской фирмой Cadex Electronics анализаторы серии "Cadex C7000" (рис. 3) предназначены для зарядки никель-кадмиевых, никель-металлогидридных, кислотных и ионно-литиевых аккумуляторов. Они позволяют определить состояние каждого аккумулятора и выполнить восстановительный цикл, если после первого зарядно-разрядного цикла его емкость окажется меньше заданной. Для подключения аккумуляторов к анализаторам используются сменные адаптеры, обеспечивающие конфигурирование анализатора под определенный вид аккумулятора, а также хранение данных о каждом из них. Многообразие возможностей анализаторов обеспечивается следующими сервисными программами:

- QuickTest для контроля состояния аккумуляторов (время проверки 3 минуты). Если емкость аккумулятора окажется меньше 20 или больше 90 % номинальной, на короткое время включается режим зарядки или разрядки
- Auto для восстановления аккумуляторов на основе никеля, потерявших часть емкости
- Prime для подготовки к эксплуатации новых или находившихся длительное время на хранении аккумуляторов.

Имеются также дополнительные программы:

- SelfDCH для измерения саморазряда аккумуляторов
- LifeCycle для определения числа зарядно-разрядных циклов, после выполнения которых емкость аккумуляторов уменьшается до заранее установленного значения
- DCHOnly для измерения емкости аккумулятора путем разрядки его до конечного напряжения
- ExtPrime для зарядки аккумуляторов, находившихся на длительном хранении, малым током в течение 16 часов для подготовки к зарядке номинальным током
- OhmTest для измерения внутреннего сопротивления аккумуляторов (импульсным методом)
- Boost для восстановления глубоко разряженных аккумуляторов, а также работы схем защиты ионно-литиевых аккумуляторов
- Q-Learn для получения характеристик эталонного аккумулятора, используемых в программе QuickTest
- Learn для получения семейства характеристик нескольких аккумуляторов
- Custom1-4 для составления программ, определяемых пользователем (4 программы).

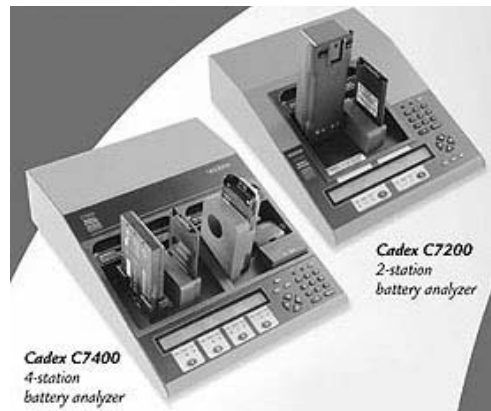


Рис. 3. Анализаторы технического состояния аккумуляторов серии Cadex C7200/7400

Анализаторы позволяют проводить одновременное независимое обслуживание двух (Cadex C7200) или четырех (Cadex C7400) аккумуляторов напряжением от 1.2 до 15 В, емкостью от 0.1 до 24 А·ч и током зарядки до 4 А. Предусмотрена защита от перезарядки, замыкания и изменения полярности. Имеется порт RS-232 для подключения компьютера или принтера. Питание анализатора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В.

Для облегчения обслуживания большого количества аккумуляторов прилагается программное обеспечение BatteryShop, позволяющее управлять анализатором с помощью компьютера. При этом, с учетом типа аккумулятора, автоматически выполняется конфигурирование анализатора. Программа позволяет также создавать базу данных, в которую заносятся сведения о фирме-изготовителе, продавце, цене, дате приобретения и всех работах по техническому обслуживанию каждого из имеющихся аккумуляторов.

В заключение следует сказать, что анализаторы являются незаменимыми приборами для служб, имеющих дело с большим количеством аккумуляторов. Так, например, сервисные службы, занимающиеся их обслуживанием, могут использовать анализаторы для продления срока службы аккумуляторов и отбраковки негодных экземпляров, а также восстановления аккумуляторов с частично потерянной емкостью. Продавцам сотовых телефонов анализаторы помогут избежать необоснованных претензий, касающихся качества аккумуляторов, используемых в телефонах. Изготовителям аккумуляторов анализаторы могут быть полезны для организации контроля качества выпускаемой продукции и проверки соответствия ее требованиям стандартов. Но наиболее важно то, что применение анализаторов дает пользователям уверенность в безотказной работе их аккумуляторов.

Дополнительную информацию об анализаторах фирмы Cadex Electronics можно получить в сети Интернет по адресу: [www.cadex.com](http://www.cadex.com)



## МИКРОСХЕМЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ

В статье рассмотрены микросхемы специализированных DC/DC-преобразователей, предназначенных для формирования тока питания светодиодов в аппаратуре с автономными низковольтными источниками питания.

**А. Ермолович**

Одна из основных тенденций совершенствования современной радиоэлектронной аппаратуры – снижение энергопотребления, и, в частности, напряжения питания активных компонентов. Типовое значение напряжения питания активных компонентов в современной носимой аппаратуре находится в диапазоне 1.8...3.3 В. Для подсветки монохромных жидкокристаллических (ЖК) дисплеев и клавиатуры в этой аппаратуре используются сверхяркие светодиоды зеленого или синего цвета свечения, а для подсветки полноцветных дисплеев – светодиоды белого цвета свечения. Основные параметры таких светодиодов, выпускаемых фирмой Nichia, приведены в таблице [1-3]. Эти светодиоды характеризуются значением прямого падения напряжения, превышающим величину напряжения питания. Поэтому ведущими производителями освоено выпуск рассмотренных ниже специальных микросхем импульсных источников тока, предназначенных для питания светодиодов. Микросхемы характеризуются низким уровнем электромагнитного излучения, что позволяет использовать их в мобильных телефонах и измерительной аппаратуре.

Микросхемы NCP5008 и NCP5009 [4], выпускаемые фирмой ON Semiconductor, обеспечивают формирование стабильного тока через цепочку последовательно включенных светодиодов. Эти микросхемы содержат импульсный однотактный обратноточковой повышающий преобразователь напряжения, охваченный отрицательной обратной связью по току. Схема источника питания светодиодов, выполненного на микросхеме NCP5009, приведена на рис. 1. Фототранзистор Q1 обеспечивает регулировку яркости свечения светодиодов в зависимости от величины внешней освещенности – при повышении освещенности ЖК-

дисплея яркость подсветки снижается. В устройствах, построенных по этой схеме, рекомендуется использовать выпускаемые компанией Murata малогабаритные конденсаторы и индуктивности в чип-исполнении.

Микросхема NCP5008 отличается от NCP5009 тем, что вывод 2 не используется, а яркость свечения светодиодов регулируется только значением сопротивления резистора R1, подключенного ко входу  $I_{ref}$ . Микросхемы имеют три логических управляющих входа: LOCAL, CS и CLK. При низком уровне напряжения на входе LOCAL величина тока через светодиоды имеет максимальное значение (определяемое значением резистора R1) и ток включается только тогда, когда на вход CS подано низкое значение напряжения. При высоком уровне напряжения на входе LOCAL и низком уровне сигнала на входе CS ток через светодиоды не протекает, при высоком уровне сигнала на входе CS ток ступенчато возрастает при увеличении числа импульсов, поданных на вход CLK. Если на этот вход подано более семи импульсов, ток становится равным нулю. После каждого переключения сигнала на входе

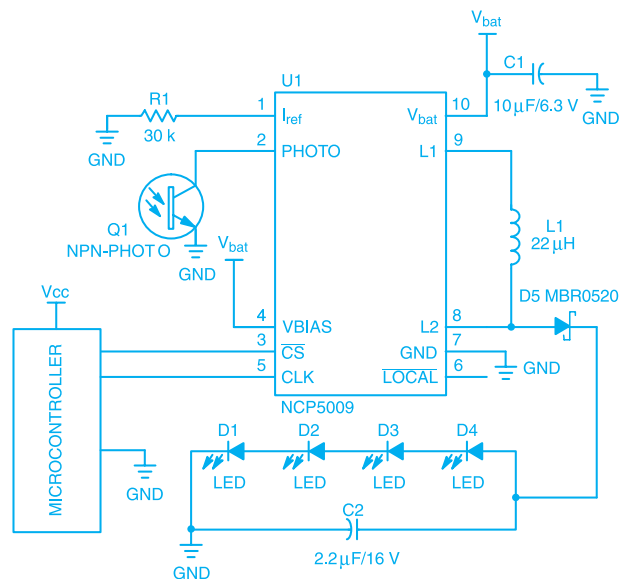


Рис. 1. Схема источника питания светодиодов, выполненного на микросхеме NCP5009

### Параметры сверхярких светодиодов фирмы Nichia

Тип светодиода	Цвет свечения	Расходимость излучения, град., по уровню 1/2	Макс. прямой ток, мА		Падение напряжения, В, при токе 20 мА		Сила света, кд, при токе 20 мА для светодиодов класса S		
			пост.	имп.	типовое	макс.	мин.	типовая	макс.
NPSW500BS	белый	20	30	100	3.6	4.0	5.52	6.40	7.80
NPSB500S	голубой	15			3.6	4.0	2.88	3.46	4.12
NPSG500S	зеленый	15			3.5	4.0	9.6	11.6	13.8

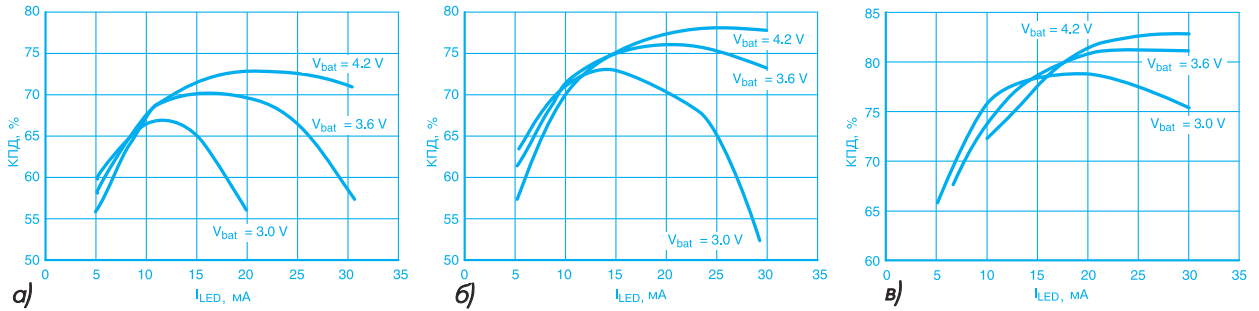


Рис. 2. Графики зависимости КПД источника, построенного по приведенной на рис. 1 схеме, от тока через светодиоды и величины напряжения батарейного питания: для четырех (а), трех (б) и двух (в) последовательно включенных светодиодов

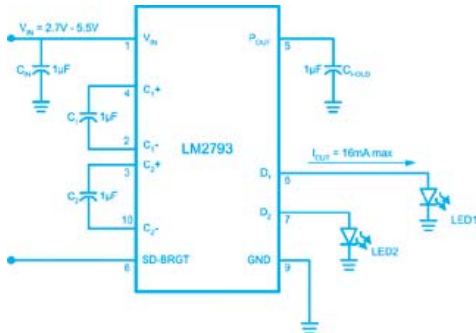


Рис. 3. Схема источника питания светодиодов, выполненного на микросхеме LM2793

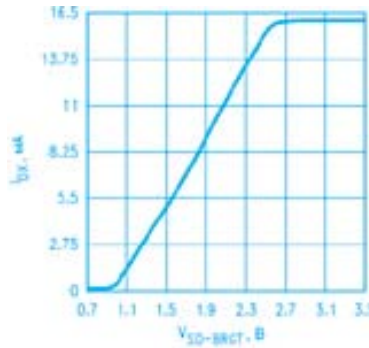


Рис. 4. График зависимости тока светодиода от напряжения на входе SD-BRGT

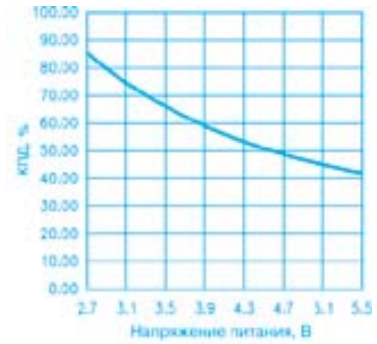


Рис. 5. График зависимости КПД источника, выполненного по приведенной на рис. 3 схеме, от величины напряжения питания

CS с низкого уровня на высокий нужно вводить новую уставку тока.

Основные параметры микросхем NCP5008 и NCP5009:

- напряжение питания от 2.7 до 6 В
- выходное напряжение до 15 В
- ток покоя 3 мкА
- диапазон рабочих температур от -25 до +85 °С
- корпус Micro 10 габаритами 3x4.9x1 мм.

Графики зависимости КПД источника питания светодиодов (с падением напряжения на каждом светодиоде 3.55 В), выполненного на микросхеме NCP5008 или NCP5009, от числа последовательно включенных светодиодов, тока через светодиоды и величины напряжения батарейного питания приведены на рис. 2.

Микросхема LM2793, выпускаемая фирмой National Semiconductor, содержит повышающий преобразователь напряжения на основе коммутируемых конденсаторов и двухканальный стабилизатор тока, предназначенный для питания одного светодиода в каждом канале. Схема включения микросхемы приведена на рис. 3. Величина тока через светодиод регулируется уровнем напряжения, поданного на вход SD-BRGT, или скважностью импульсного сигнала, поданного на этот вход. График зависимости тока светодиода от напряжения на входе SD-BRGT приведен на рис. 4.

Основные характеристики микросхемы:

- максимальный ток через светодиод 16 мА
- напряжение питания от 2.7 до 5.5 В
- диапазон рабочих температур от -30 до +85 °С
- корпус LLP-10 (Leadless Lead-frame Package) габаритами 3x3x0.8 мм.

График зависимости КПД источника питания светодиодов, выполненного на микросхеме LM2793, от величины напряжения питания приведен на рис. 5.

Дополнительную информацию о рассмотренных микросхемах можно получить в сети Интернет по адресам: [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com) и [www.national.com/pf/LM/LM2793.html](http://www.national.com/pf/LM/LM2793.html)

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Specifications for Nichia White LED. Model: NPSW500BS. – Nichia Corporation, 2001.
2. Specifications for Nichia Blue LED. Model: NPSB500S. – Nichia Corporation, 2001.
3. Specifications for Nichia Green LED. Model: NPSG500S. – Nichia Corporation, 2001.
4. NCP5008, NCP5009. Backlight LED Boost Driver. – ON Semiconductor, November 2002.
5. LM2793. Low Noise White LED Constant Current Supply with Dual Function Brightness Control. – National Semiconductor Corporation, February 2003.

## СИСТЕМА КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В КАНАЛАХ СОТОВОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТОВ GSM 900/1800

*В статье представлены результаты работ по созданию программно-аппаратных средств криптографической защиты конфиденциальной информации, передаваемой по каналам сотовой связи, приведены технические характеристики устройства конфиденциальной связи.*

**А. Галушка, к. т. н.,  
В. Павлюков.  
Корпорация "ТАСКО", г. Киев**

В мировой практике для защиты конфиденциальной информации, передаваемой по каналам сотовой связи, применяется абонентский метод шифрования "точка-точка" с использованием специальных мобильных криптотерминалов. Внедрение этого метода в Украине задерживается в связи с необходимостью привлечения значительных финансовых средств. Так, стоимость одного импортного криптотерминала составляет более 4000 долларов США.

Ниже описаны концептуальное решение задачи защиты конфиденциальной информации в каналах сотовой связи и разработанная на базе этой концепции система криптографической защиты. Работы выполнены корпорацией "ТАСКО". В ходе разработки средств криптографической защиты конфиденциальной информации были найдены оригинальные решения, защищенные патентами Украины.

Результатом работы является разработанный программно-аппаратный комплекс криптографической защиты конфиденциальной информации, передаваемой по каналам сотовой связи, состоящий из устройства конфиденциальной связи УКС-001 и комплекса сопровождения системы КСС-001.

Устройство УКС-001 выполнено в виде отдельного модуля и предназначено для криптографической защиты информации в цифровом канале, образованном мобильными телефонами Ericsson R520m сотовой системы связи. Стыковка (рис. 1) и взаимодействие УКС-001 с мобильным телефоном, поддерживающим стандарты GSM 900 и GSM 1800, производится через 11-контактный разъем.

Программным ядром устройства конфиденциальной связи является цифровой процессор обработки сигналов фирмы Analog Devices ADSP2188M с тактовой частотой 66 МГц. Общий объем памяти ЭСППЗУ, используемой в УКС-001, составляет 8 Мбайт. Для преобразования аналогового звукового сигнала в цифровую форму применяется аппаратный кодек фирмы Texas Instruments. В УКС-001 использован алгоритм

сжатия голосового сигнала GSM-0620, соответствующий стандарту ETSI EN 300 969 V 8.01 (2000-11).

Алгоритм шифрования передаваемой информации соответствует требованиям ГОСТ 28147.89 для режима гаммирования с синхроноссылкой. Алгоритм шифрования обеспечивает блочное шифрование с ключом размером 256 бит. Для обеспечения требуемого быстродействия программное обеспечение УКС-001 реализовано низкоуровневыми средствами (Ассемблер и С).

Ключи направлений вносятся и изменяются в УКС-001 в сервисном центре с использованием комплекса сопровождения системы КСС-001. В УКС-001 смена ключа производится ежедневно, а ключевая информация вносится на месячный объем защищенных переговоров.



**Рис. 1. Устройство конфиденциальной связи УКС-001, сопряженное с мобильным телефоном Ericsson R520m**

Структурная схема устройства конфиденциальной связи УКС-001 приведена на рис. 2. На стороне передачи звуковой сигнал от микрофона устройства УКС-001 оцифровывается в аппаратном кодеке и затем обрабатывается программно в цифровом процессоре обработки сигналов (ЦПОС). Сначала процессор реализует алгоритм сжатия голосового сигнала, затем выполняет алгоритм шифрования по нормам ГОСТ 28147.89 и в заключение – алгоритм анализа сигнала на базе линейного предсказания. Далее данные подаются через драйвер СОМ-порта в этот порт и затем через модем телефона – в канал сотовой связи. На стороне приема данные из канала сотовой связи передаются через модем телефона и СОМ-порт в ЦПОС, который сначала реализует алгоритм анализа данных, затем дешифрирование, и в заключение – ал-

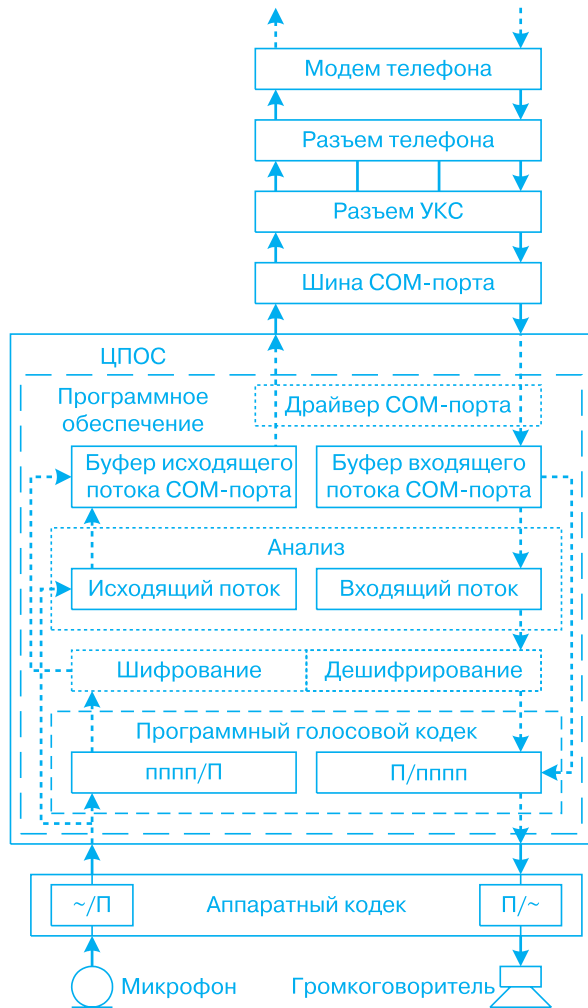


Рис. 2. Структурная схема устройства конфиденциальной связи УКС-001

горитм декомпрессии сжатого голосового сигнала. В аппаратном кодеке цифровой голосовой сигнал преобразуется в аналоговый и подается на громкоговоритель устройства УКС-001.

Напряжение питания УКС-001 3.3...3.7 В, ток потребления в активном режиме 40 мА при коэффициенте усиления выходного аналогового сигнала -2 дБ (штатный режим работы). Пиковое значение тока потребления не более 50 мА, в ждущем режиме ток потребления не превышает 3 мА. Время непрерывной работы устройства УКС-001, сопряженного с телефоном Ericsson R520m, укомплектованным стандартным аккумулятором емкостью 650 мА·ч, составляет:

- в режиме конфиденциальной связи не менее 4 часов
- в режиме ожидания не менее 100 часов.

Программно-аппаратный комплекс сопровождения системы КСС-001 предназначен для внесения и замены в УКС-001 ключевой информации клиентов, обновления программного обеспечения и выполнения сервисного обслуживания всех изготовленных ус-

ройств УКС-001, а также регистрации пользователей и ведения учета защищенных переговоров. В КСС-001 ключи генерируются индивидуально для каждого клиента системы. Системой сопровождения обслуживаются только зарегистрированные клиенты.

Компьютер комплекса КСС-001 в режимах сервисного обслуживания и замены ключевой информации выполняет административные функции и функции эмиссии ключей. Для этого оператор комплекса подключает к компьютеру устройство УКС-001 с использованием кабеля со встроенной микросхемой приемопередатчика RS-232 (9-контактный разъем последовательного порта – для компьютера, 11-контактный – для УКС-001).

С использованием комплекса сопровождения системы из УКС-001 каждого клиента считывается информация, содержащаяся в журнале защищенных переговоров. На основании этой информации выполняется формирование и сопровождение базы данных функционирования системы защиты телефонных переговоров, проводимых по сотовой связи. Программное обеспечение системы сопровождения работает в среде операционной системы MS Windows 2000 Professional.

Представленное концептуальное решение построения системы защиты конфиденциальных переговоров по каналам сотовой связи имеет следующие преимущества:

- при передаче конфиденциальной информации операторы сотовой связи не несут дополнительных затрат, но при этом получают дополнительные услуги по передаче данных
- разработанное программно-аппаратное обеспечение не нарушает лицензионных прав производителей сотовых телефонов, так как устройство УКС-001 реализовано в виде отдельного модуля, подключаемого к мобильному телефону
- полученные результаты являются базой для новых технических решений, связанных с реализацией конструкции национального мобильного телефона, выполняющего функции защиты передаваемой по каналам сотовой связи конфиденциальной информации.

Устройство УКС-001 и его модификации серийно выпускаются с 2003 года. Относительно невысокая цена устройства делает его конкурентоспособным в сравнении с зарубежными аналогами.

Являясь разработчиком и производителем данного комплекса, корпорация "ТАСКО" оказывает консалтинговые услуги по эксплуатации комплекса КСС-001 совместно с УКС-001, а также производит гарантийное и послегарантийное обслуживание УКС-001.

Дополнительную информацию об УКС-001 можно получить у авторов по телефону: (044) 220-92-79 или электронной почте: [tascovpk@ukrpack.net](mailto:tascovpk@ukrpack.net)

## ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИЕ РАДИОТРАКТЫ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛОВ

В современных средствах мобильной и специальных видов связи широко используется цифровая обработка сигналов как при передаче, так и при приеме радиосигналов. В статье рассматриваются способы построения радиотрактов с использованием интегральных микросхем, выпускаемых фирмой Analog Devices.

**В. Макаренко**

Несмотря на то, что в современных системах радиосвязи широко используется цифровая обработка сигналов, передача сигналов через эфир осуществляется аналоговыми методами. При передаче и приеме сигналов необходимо обеспечить высокую стабильность характеристик аналоговой части трактов, хорошую избирательность и чувствительность радиоприемных устройств.

В основе современных радиоприемных устройств лежат две схемы: супергетеродинной (с однократным или многократным преобразованием частоты) и прямого преобразования. Применение схемы прямого преобразования до недавнего времени сдерживалось отсутствием недорогих синтезаторов частоты. Синтез сигналов, передаваемых в эфир, также осуществляется двумя методами: формированием передаваемого сигнала на низкой частоте с последующим переносом в область радиочастот и формированием передаваемого сообщения непосредственно на высокой частоте.

На рис. 1 показана функцио-

нальная схема приемопередающего тракта с использованием повышающих (в передающем тракте) и понижающих (в приемном тракте) преобразователей частоты. Приемный тракт построен по супергетеродинной схеме с однократным преобразованием частоты. Сигнал с выхода антенны через диплексер и полосовой фильтр ПФ1 поступает на маломощный усилитель (МШУ), характеристики которого определяют отношение сигнал/шум на выходе приемника. Через второй полосовой фильтр ПФ2 сигнал поступает на один из входов первого преобразователя частоты – смесителя (СМ1). На второй вход СМ1 подается сигнал несущей, формируемый блоком синтезаторов частоты. Через фильтр и усилитель промежуточной частоты (ФПЧ и УПЧ) сигнал разностной частоты, формируемый на выходе СМ1, поступает на первый управляемый напряжением усилитель (УНУ1), коэффициент усиления которого определяется напряжением на выходе детектора АРУ (автоматической регулировки усиления). Усилитель и детектор образуют контур АРУ, необходимый для стабилизации амплитуды принимае-

мых сигналов на выходе тракта ПЧ. Выходной сигнал усилителя УНУ1 поступает на вход демодулятора. Схемы построения трактов с аналоговой и цифровой обработкой сигналов аналогичны. Различаются только способы построения демодуляторов. В схемах с двойным (реже с тройным или более) преобразованием частоты добавляется еще один смеситель, фильтр и усилитель промежуточной частоты. Достоинствами супергетеродинных приемников являются высокая чувствительность (основное усиление сигнала в приемнике производится в сравнительно узкополосном УПЧ) и высокая избирательность, определяемая характеристиками ФПЧ. К недостаткам можно отнести наличие помехи по зеркальному каналу, существенного ослабления которой можно добиться при повышении промежуточной частоты. В приемниках с многократным преобразованием это первая ПЧ. Перечисленные факторы обеспечивают широкое распространение супергетеродинных приемников.

В передающей части приемопередатчика сигнал, формируемый на выходе модулятора, переносится в область высоких частот с помощью второго смесителя частоты (СМ2). Сигнал несущего колебания формируется в блоке синтезаторов частоты. Для ограничения полосы частот передаваемого сообщения в заданных пределах служат ПФ3 и

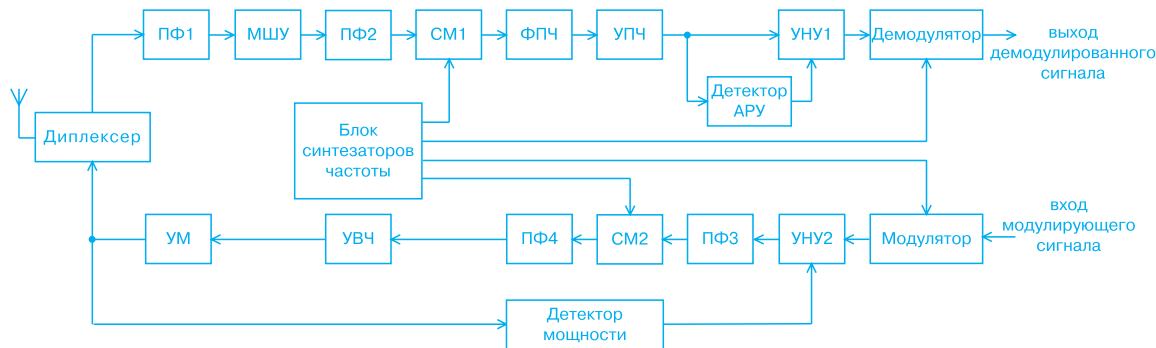


Рис. 1. Приемопередатчик с повышающим и понижающим преобразованием частоты сигналов

ПФ4. С выхода ПФ4 ВЧ сигнал через усилитель высокой частоты (УВЧ), усилитель мощности (УМ) и дуплексер поступает в антенну. Для стабилизации уровня излучаемой мощности схема передатчика охвачена отрицательной обратной связью. Сигнал с выхода УМ через детектор мощности поступает на вход управления усилителя УНУ2 и изменяет его коэффициент усиления. Достоинством такой схемы является высокая стабильность частоты несущего колебания, формируемого синтезатором частоты.

Функциональная схема приемопередатчика с прямым преобразованием сигналов в приемном и передающем трактах показана на рис. 2. В отличие от предыдущей схемы в ней отсутствуют преобразователи частоты. На демодулятор подается усиленный сигнал высокой частоты. В таких приемниках демодулятор обязательно должен быть построен по схеме синхронного детектора, одновременно выполняющего функцию избирательного усилителя. Основное усиление сигнала в таком приемнике осуществляется в демодуляторе и усилителе демодулированного (низкочастотного) сигнала. Неискаженный прием сложных сигналов в таких приемниках возможен только при условии равенства частот принимаемого сигнала и сигнала управления демодулятором, формируемого в блоке синтезаторов частоты. Если это условие не выполняется, на выходе демодулятора появляется сигнал биений с частотой, равной разности несущей частоты принимаемого сигнала и частоты управления.

В передающей части модулированный радиосигнал формируется непосредственно на выходе модулятора. Через усилитель УНУ2, предназначенный для стабилизации уровня излучаемой мощности, и ПФ3, ослабляющий составляющие спектра сигнала, лежащие вне полезной полосы, высокочастотный сигнал поступает на УВЧ, УМ и

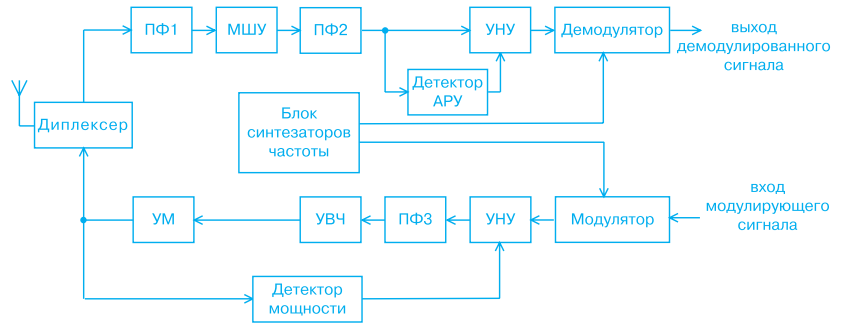


Рис. 2. Приемопередатчик с прямым преобразованием сигналов

через дуплексер – в антенну. Такой способ построения приемопередатчиков в последние годы находит все более широкое применение.

В аналоговых радиостанциях используется схема с преобразователями частоты в трактах передачи и приема. В цифровых радиостанциях и системах мобильной связи используются оба способа построения приемопередатчиков.

Особенностью построения систем мобильной связи является наличие большого количества каналов в ограниченной полосе частот. Для надежной связи необходимо обеспечить требуемые значения переходного затухания между соседними каналами и отношения сигнал/шум. Например, в стандарте GSM 900 используются две полосы частот по 25 МГц. Для прямого канала (от базовой станции к мобильным телефонам) 935...960 МГц и для обратного (от мобильных телефонов к базовой станции) 890...915 МГц при ширине полосы частот, занимаемой одним каналом 200 кГц. Сообщения для передачи в эфир в мобильном телефоне (и на базовой станции) формируются в цифровом виде. На выходе обычного амплитудного модулятора формируется АМ сигнал с симметричным относительно несущей частоты спектром, что неприемлемо для мобильных систем связи из-за его большой ширины. Сузить спектр частот передаваемого сообщения можно, сформировав однопольный АМ сигнал (с квадратурной амплитудной модуляцией) или сигнал с многократной фазовой манипуляцией [1].

В некоторых стандартах беспроводной связи используется квадратурная амплитудная модуляция (QAM), совмещающая амплитудную и фазовую модуляцию. На рис. 3 показана функциональная схема квадратурного модулятора. На его вход в последовательном коде со скоростью  $R$  бит/с поступает цифровой поток, который разбивается на два параллельных потока (биты информации попеременно распределяются по этим потокам) со скоростью  $R/2$  бит/с. Верхний поток  $d_1(t)$  модулирует по амплитуде сигнал несущей частоты  $f_0$  в смесителе CM1 (осуществляется перемножение  $d_1(t)$  на несущую

частоту  $\cos 2\pi f_0 t$ ). Нижний поток  $d_2(t)$  модулирует по амплитуде сигнал несущей частоты  $f_0$  в смесителе CM2 (осуществляется перемножение  $d_2(t)$  на несущую частоту  $\sin 2\pi f_0 t$ ). Выходные сигналы смесителей суммируются в сумматоре  $\Sigma$  для формирования выходного сигнала  $s(t)$  с квадратурной АМ.

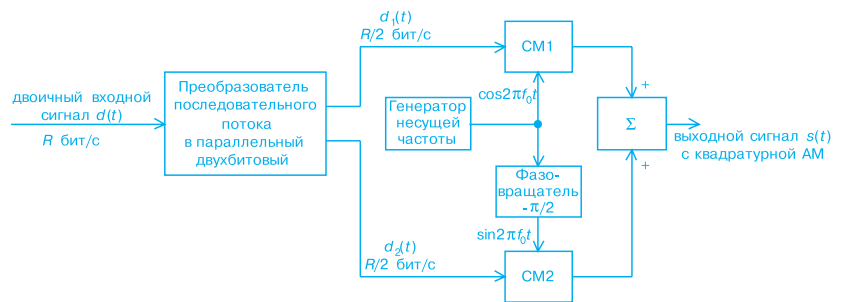


Рис. 3. Функциональная схема модулятора QAM

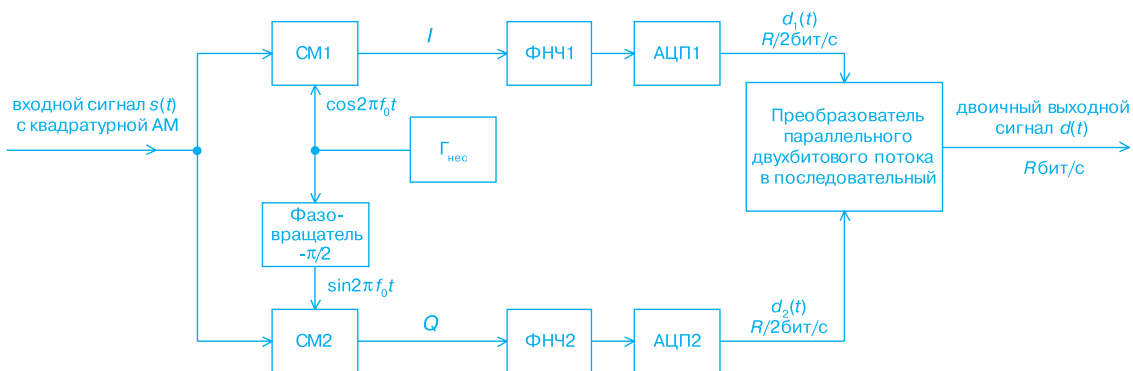


Рис. 4. Функциональная схема демодулятора QAM

$\cos 2\pi f_0(t)$ . При логическом нуле на входе смесителя СМ1 на его выходе формируется сигнал малой амплитуды, а при логической единице – большой, т. е. амплитудно-манипулированный сигнал. Нижний поток  $d_2(t)$  модулирует несущее колебание, сдвинутое по фазе с помощью фазовращателя на  $90^\circ$ . В сумматоре  $\Sigma$  выходные сигналы складываются. На выходе сумматора  $\Sigma$  формируется поток сигналов, имеющих 4 состояния. При использовании четырехуровневой манипуляции для каждого потока (т. е. четырех различных уровней амплитуды  $d_1(t)$  и  $d_2(t)$ ) сигнал суммарного потока  $s(t)$  будет находиться в одном из  $4 \times 4 = 16$  состояний. В настоящее время уже реализованы системы, имеющие 256 различных состояний сигнала. Чем больше состояний в сигнале  $s(t)$ , тем выше скорость передачи данных при ограниченной полосе частот. Конечно, при этом растет вероятность появления ошибок в каналах, чувствительных к влиянию помех.

Функциональная схема демодулятора сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией показана на рис. 4. Входной сигнал  $s(t)$  разделяется на два сигнала с помощью балансных смесителей СМ1 и СМ2. На входы управления модуляторов поступают сигналы несущей частоты, сдвинутые по фазе на  $90^\circ$  друг относительно друга.

Фильтры нижних частот ФНЧ1 и ФНЧ2 выделяют огибающую амплитудно-манипулированного сигнала, а аналого-цифровые преоб-

разователи АЦП1 и АЦП2 преобразуют полученную огибающую в последовательный цифровой код. В случае двухуровневой АМ в качестве АЦП используются компараторы. В преобразователе параллельного двухбитового потока в последовательный происходит восстановление цифрового сигнала  $d(t)$ .

Типовая структурная схема приемника с цифровой обработкой сигнала в тракте высокой частоты приведена на рис. 5. После усиления сигнала высокой частоты, принятый из эфира приемником ВЧ, поступает на АЦП, преобразующий его в цифровой код. Т. к. избирательность приемника ВЧ сигналов невысока, дополнительная фильтрация осуществляется с помощью цифрового фильтра (ЦФ), характеристика которого и определяет избирательность приемника. Чаще всего фильтр реализуется на том же сигнальном процессоре. Перестройка приемника на другой канал осуществляется переключением центральной частоты ЦФ. Обработка и преобразование сигнала выполняются в цифровом сигнальном процессоре (ЦСП).

Фирма Analog Devices выпускает несколько чипсетов для реализации приемопередающих трактов.

### Чипсет Othello для построения радиотрактов GSM телефонии

Чипсет состоит из двух микросхем: AD6523, содержащей блоки прямого преобразования сигналов при передаче и приеме, и AD6524 – синтезатора частоты (на базе системы ФАПЧ [2]). Функциональная схема приемопередатчика, построенного с использованием чипсета Othello, приведена на рис. 6.

На схеме приняты следующие обозначения: T/R SWITCH – переключатель режима передачи/приема, BPF – полосовой фильтр, MIX – смеситель, LO – внутренний генератор, VCO – генератор, управляемый напряжением, PLL – синтезатор частоты на базе ФАПЧ, DIV – делитель частоты, PHASE DETECT – фазовый детектор, ADC и DAC – аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи,  $\Sigma$  – сумматор.

Следующее поколение ИС семейства Othello One™ представлено двумя микросхемами – AD6526 (приемопередающая часть) и AD6528 (GSM/GPRS коммуникационный процессор), которые предназначены для построения беспроводных телекоммуникационных устройств, работающих в стандартах GSM, GPRS, EGPRS и UMTS. Готовится к серийному производству



Рис. 5. Структурная схема приемника с цифровой обработкой сигналов в тракте ВЧ

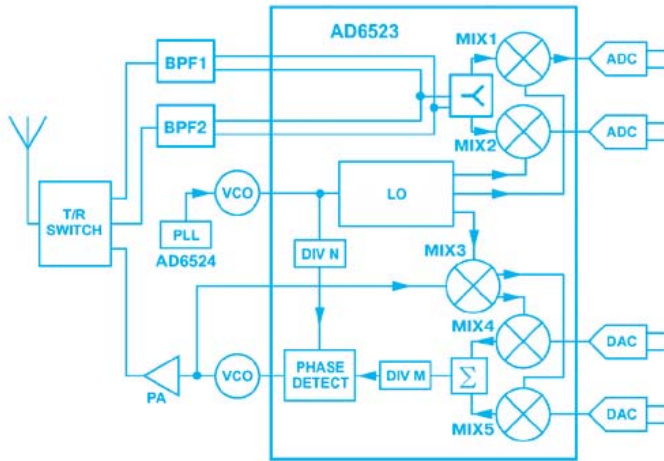


Рис. 6. Функциональная схема приемопередатчика, построенного с использованием чипсета Othello

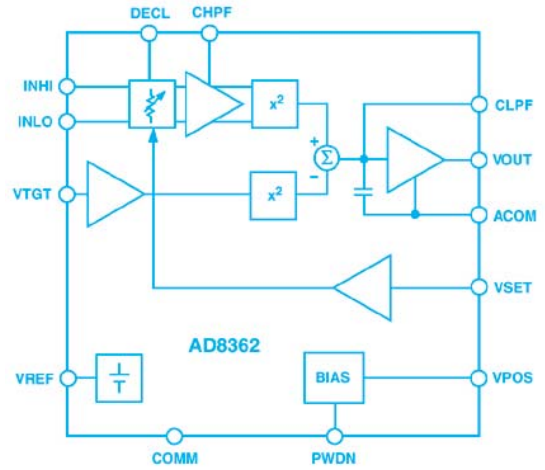


Рис. 7. Функциональная схема детектора среднеквадратических значений AD8362

еще одна модель семейства Othello One™ – AD6534. ИС включает все необходимые компоненты для построения радиоканала для систем GSM/GPRS 900/1800 МГц. Во всех ИС семейства используется прямое преобразование частоты. С применением AD6534 весь радиоканал может быть смонтирован на односторонней печатной плате размерами 7x2 см для использования в устройствах, поддерживающих стандарты GSM, DCS, PCS, GPRS и EDGE [3].

Кроме перечисленных ИС в семейство Othello входят:

- квадратурный модулятор AD6021 (торговая марка Othello One ET™), предназначенный для передатчиков электронной аппаратуры сбора данных (Electronic Data Gathering Equipment – EDGE)
- однокристалльный приемопередатчик AD6538 (торговая марка Othello One Plus™), предназна-

ченный для систем GSM/GPRS/EDGE с интегрированным генератором, управляемым напряжением (ГУН), который используется в приемнике

- однокристалльный приемопередатчик AD6539 (Othello One TV™), предназначенный для систем GSM/GPRS/EDGE, с интегрированным в ИС ГУН, который используется в передатчике.

**Семейство AD83xx**

Семейство ИС включает: AD8343, AD8344 – активные смесители с высокой линейностью модуляционной характеристики; AD8345 – модулятор ПЧ; AD8346, AD8349, AD8359 – модуляторы ВЧ; AD8347 – демодулятор ВЧ; AD8348 – демодулятор ПЧ; AD8307, AD8309, AD8310 – детекторы ПЧ; AD8313...AD8317 – детекторы ВЧ; AD8361, AD8362 – детектор среднеквадратических значений ВЧ сигнала; AD8330...

...AD8332, AD8334, AD8367 – усилители, управляемые напряжением, для сигнала ПЧ; AD8369 – усилитель для сигнала ПЧ с коэффициентом усиления, управляемым кодом; AD8350, AD8351 – дифференциальные усилители; AD8353/AD8354 – усилители ВЧ/ПЧ с коэффициентом усиления 20 дБ; AD8302 – фазовый детектор и усилитель; AD8340 – векторный модулятор.

Используя ИС семейства AD83xx можно построить приемопередатчик как с прямым преобразованием сигналов, так и с использованием промежуточного преобразования частоты. Для реализации приемников прямого преобразования предназначена ИС ADL5701, представляющая собой управляемый напряжением усилитель высокой частоты. На вход усилителя сигнал можно подавать по дифференциальной или несиммет-

Таблица 1. Основные характеристики управляемых усилителей семейства AD83xx

Параметры	Тип ИС					
	AD8330	AD8331	AD8332	AD8334	AD8367	AD8369
Диапазон частот, МГц	0...150	0...120			0...500	0...600
Диапазон регулировки коэфф. усиления, дБ	0...100	-4.5...43.5			-2.5...45.5	-5...40
Управление коэффициентом усиления	аналоговое			цифровое		
Спектральная плотность шума, нВ/√Гц	5	0.74			—	2
Входное/выходное сопротивление, Ом	500/1000	программируется/1			200/50	100/100
Напряжение питания, В	2.7...6	4.5...5.5			2.7...5.5	2.7...5.5
Количество каналов	1	1	2	3	1	1
Мощность потребления на один канал, мВт	100	125			130	180





ричной схеме. На выходе усилителя формируется симметричный сигнал (входное и выходное сопротивление – 50 Ом). Диапазон регулирования коэффициента усиления 60 дБ, коэффициент шума не более 10 дБ, выходная мощность 32 дБм.

Для построения радиотрактов с промежуточным преобразованием частоты можно использовать усилители семейства AD83xx, характеристики которых приведены в табл. 1.

Для измерения мощности высокочастотных сигналов (например, для поддержания мощности излучения передатчиков мобильных телефонов в заданных пределах) предназначена ИС AD8362 – детектор среднеквадратических значений. Вход детектора можно подключить по симметричной или несимметричной схеме. Измерение излучаемой мощности производится с точностью до ±0.5 дБ в диапазоне частот от 50 Гц до 2.7 ГГц и при динамическом диапазоне входного сигнала 50 дБ. Максимальный динамический диапазон входного сигнала составляет 60 дБ, хотя погрешность детектирования в этом случае возрастает на краях диапазона [4]. Диапазон рабочих температур -40...85 °С. Питание осуществляется от однополярного источника напряжением 4.5...5.5 В. Основное назначение – детектор излучаемой мощности в передатчиках. Функциональная схема AD8362 приведена на рис. 7.

Входной сигнал подается на управляемый напряжением усилитель, состоящий из управляемого аттенуатора и усилителя. Напряжение управления подается на

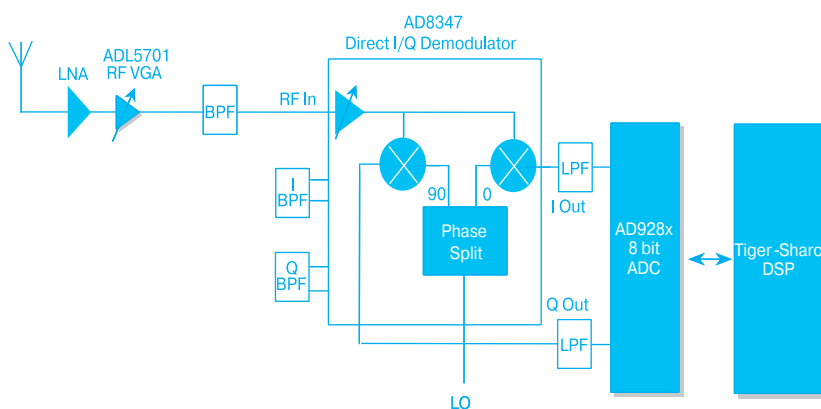
вход VSET. Для предотвращения возникновения возбуждения к выводу СНPF подключается корректирующий конденсатор. С выхода усилителя сигнал подается на квадратичный детектор, с выхода которого сигнал через ФНЧ поступает на один из входов сумматора. На вычитающий вход сумматора через второй квадратичный детектор (аналогичный первому) со входа VTGT подается постоянное напряжение, величина которого должна быть равна 1.25 В (можно использовать внутренний источник опорного напряжения, подключенный к выводу VREF). Сигнал с выхода сумматора через интегратор и усилитель поступает на выход VOUT. К выводу CLPF можно подключать дополнительный конденсатор для изменения постоянной времени интегратора.

Для измерения мощности вывод VOUT соединяется с выводом VSET. В этом случае выходное напряжение будет пропорционально логарифму среднеквадратического значения входного напряжения.

Коэффициент преобразования составляет 1 В на 20 дБ изменения уровня выходного сигнала или 50 мВ/дБ. Для измерения излучаемой мощности в мобильных телефонах можно также использовать высокочастотные детекторы, основные характеристики которых приведены в табл. 2.

Среди новинок Analog Devices – усилитель мощности ADL5551, предназначенный для мобильных телефонов, работающих в диапазонах частот 850/900/1800/1900 МГц. Отличительными особенностями усилителя являются: встроенная система контроля излучаемой мощности, высокий КПД (типичное значение – 55 % при работе в полосе частот GSM и 50 % – в полосе частот DCS/PCS), выходная мощность не менее 33 дБм, входное и выходное сопротивление 50 Ом, напряжение питания 2.9...4.5 В.

На рис. 8 показана структурная схема приемника прямого преобразования, построенного на базе ИС семейства AD83xx [5]. На вход LO подается сигнал с выхода синте-



**Рис. 8. Структурная схема приемника прямого преобразования, построенного на базе ИС семейства AD83xx**

**Таблица 2. Основные характеристики высокочастотных детекторов семейства AD83xx**

Параметры	Тип ИС				
	AD8314	AD8315	AD8316	AD8361	AD8317
Верхняя рабочая частота, МГц	2500				
Динамический диапазон, дБ	45	50	50	30	50
Погрешность преобразования, дБ	±1	±1	±1	±0.4	±0.2
Корпус	uSO-8, 3x2 мм CSP		uSO-10, 3x3 мм CSP	uSO-8, SOT23-6, 3x2 мм CSP	3x3 мм CSP
Для какого стандарта мобильной связи предназначена ИС	CDMA, TDMA, WCDMA	GSM, EDGE	GSM, EDGE	CDMA, WCDMA	GSM, EDGE

Таблица 3. Основные характеристики сдвоенных АЦП

Тип ИС	Количество разрядов	Частота дискретизации, МГц	Потребляемая мощность, мВт	Полоса пропускания входных каскадов, МГц	Отношение сигнал/шум, дБ
AD9066	6	60	400	100	—
AD9281	8	28	225	245	48.5
AD9059	8	60	400	120	46
AD9288	8	40/80/100	156/171/180	475	47
AD9201	10	20	215	245	56
AD9218	10	40/65/80/105	350/550	300	57
AD9238	12	20/40/65	180/330/660	500	70

затора частоты (на схеме не показан). Квадратурный демодулятор ВЧ сигнала AD8347 построен по схеме, показанной на рис. 4. В качестве управляемого напряжением усилителя использована ИС ADL5701. Высокочастотные малошумящие усилители (на схеме рис. 8 – LNA) фирмой Analog Devices в дискретном исполнении не выпускаются, они входят только в состав производимых Analog Devices комбинированных ИС. Поэтому следует либо использовать дискретные малошумящие усилители других производителей, либо применять комбинированные ИС приемопередатчиков, в которые интегрированы такие усилители. Например, в приемопередатчик AD6539 (OthelloOne TV™) интегрированы

четыре малошумящих усилителя. В качестве малошумящего ВЧ усилителя можно рекомендовать THS4302 (Texas Instruments), который при полосе пропускания 2.4 ГГц имеет спектральную плотность шума 2.8 нВ/√Гц и коэффициент усиления 14 дБ. Компания Motorola предлагает каскодный усилитель типа MBC13916 с минимальным коэффициентом шума 0.9 дБ на частоте 900 МГц и 1.9 дБ на частоте 1.9 ГГц. Полоса пропускания усилителя 2.5 ГГц, коэффициент усиления 19 дБ, выходная мощность 2.5 дБм на частоте 900 МГц, напряжение питания 2.7 В. Этот усилитель можно использовать для построения малошумящих усилителей, буферных каскадов, смесителей и генераторов, управляемых

напряжением [8].

Для преобразования квадратурных составляющих, формируемых на выходе демодулятора, необходимо два аналого-цифровых преобразователя. В табл. 3 приведены основные характеристики сдвоенных АЦП фирмы Analog Devices, предназначенных для этой цели.

Для формирования модулированных сигналов в передающих трактах предназначены ИС семейства AD97xx. К ним относятся ЦАП для передатчиков (TxDAC) AD9772, AD9773/5/7, AD9782/4/6. На рис. 9 приведена функциональная схема ЦАП AD9773, содержащего два цифровых квадратурных модулятора (для составляющих I и Q), два выходных интерполирующих

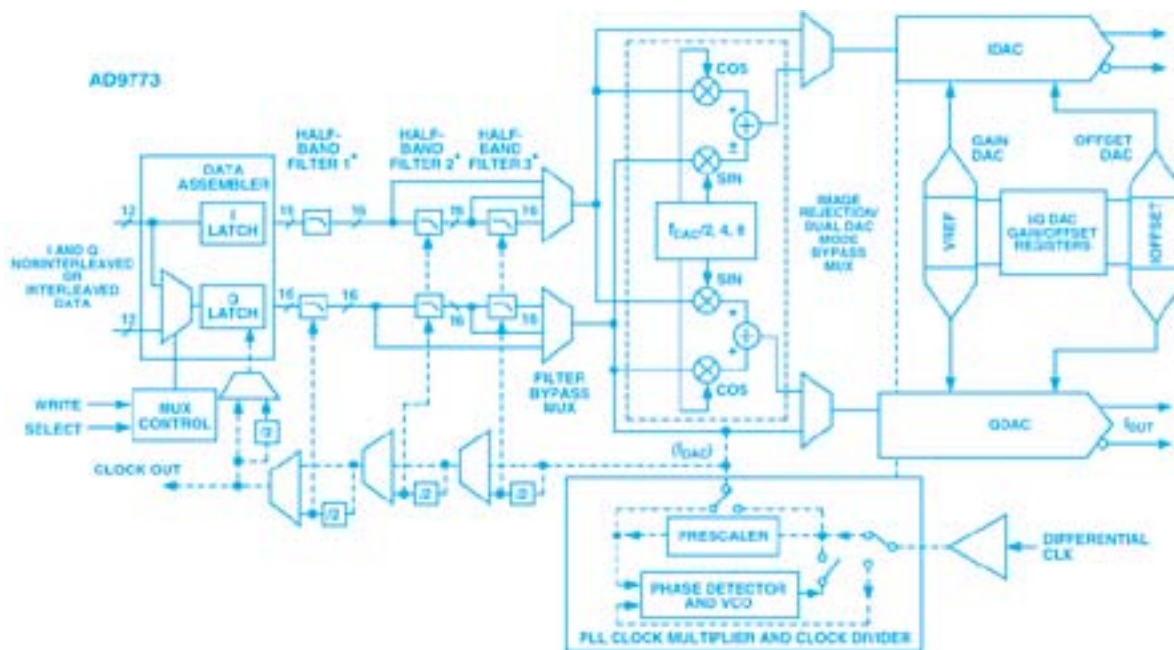


Рис. 9. Функциональная схема ЦАП для передатчиков AD9773

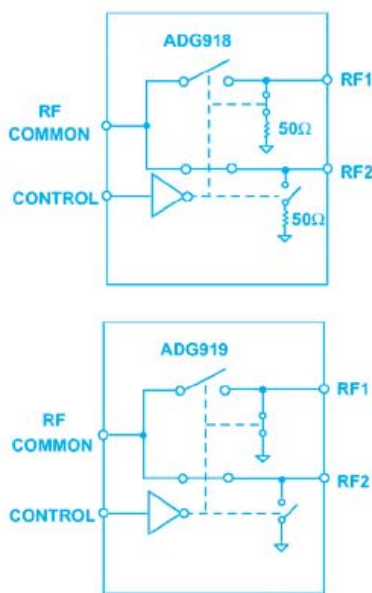
ЦАП (IDAC и QDAC) и встроенный синтезатор частоты на основе ФАПЧ. ИС предназначена для реализации передатчика с промежуточным преобразованием частоты (см. рис. 1). На ее выходе формируются модулированные сигналы промежуточной частоты, значение которой определяется внутренним синтезатором. Максимальное значение частоты модулирующего сигнала 70 МГц, максимальное значение промежуточной частоты 200 МГц, разрядность входного кода 14. Подробно с характеристиками AD9772 и AD9773/5/7 можно ознакомиться на Web-сайте Analog Devices и в [6].

К более новым разработкам относятся TxDAC типа AD9782/4/6 [3, 7], основные отличия которых от AD9773 заключаются в следующем:

- на выходе ЦАП формируется только один сигнал ПЧ
- максимальное значение промежуточной частоты 300 МГц
- отношение сигнал/шум на выходе ЦАП не хуже 87 дБ, что на 12 дБ лучше, чем в AD9773.

Для приемопередатчиков с промежуточным преобразованием частоты предназначены ИС семейства AD66xx (торговая марка VersaCOMM™) – понижающие и повышающие преобразователи частоты [3]. Понижающие преобразователи (сигналов ВЧ в сигналы ПЧ) для приемников: AD6620, AD6624, AD6624A, AD6634 и повышающие преобразователи (сигналов ПЧ в сигналы ВЧ) для передатчиков: AD6622, AD6623.

Преобразователи построены на базе реконфигурируемых четырехканальных сигнальных процессоров с большим динамическим диапазоном. Это дает возможность использовать их для построения приемопередатчиков, работающих в стандартах GSM, EDGE/GPRS, CDMA2000, UMTS, TDS-CDMA. Максимальное значение частоты сигналов ПЧ на выхо-



**Рис. 10. Функциональные схемы интегральных высокочастотных коммутаторов ADG918 и ADG919**

дах понижающих преобразователей от 67 до 100 МГц (для разных ИС), максимальное значение ПЧ на входах повышающих преобразователей – 75 МГц (AD6622) и 104 МГц (AD6623).

Для работы на более высоких частотах предназначены квадратурные преобразователи семейства AD98xx:

- AD9853 – программируемый цифровой преобразователь/модулятор для систем с использованием многократной фазовой манипуляции или квадратурной амплитудной модуляции (QPSK/16 или QAM)
- AD9856 – 12-разрядный цифровой повышающий преобразователь с максимальным значением промежуточной частоты 200 МГц
- AD9857 – 14-разрядный цифровой повышающий преобразователь с максимальным значением промежуточной частоты 200 МГц.

Для построения приемопередатчиков требуются синтезаторы частоты, широкий ассортимент которых предлагает фирма Analog Devices. Это синтезаторы на основе ФАПЧ семейства ADF-4xxx (диа-

пазон частот формируемых сигналов 200...3000 МГц) и синтезаторы прямого цифрового синтеза (DDS-синтезаторы) AD9858 с 32-разрядным управлением и максимальной частотой выходного сигнала 1 ГГц.

Для коммутации антенны приемопередатчика в режиме приема/передачи можно использовать интегральные переключатели ADG918/ADG919, предназначенные для коммутации сигналов в диапазоне частот до 2 ГГц. Переходное затухание между коммутируемыми каналами не менее 43 дБ на частоте 1 ГГц. Отличаются переключатели только наличием в ADG918 встроенных резисторов сопротивлением 50 Ом (рис. 10).

В рамках одной статьи невозможно даже перечислить все изделия Analog Devices, предназначенные для использования в системах мобильной связи и радиосвязи. С новинками продукции можно ознакомиться на сайте фирмы [3].

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003.
2. Dan Fague. Othello™: A New Direct-Conversion Radio Chip Set Eliminates IF Stages. – Analog Dialogue 33-10 (© 1999 Analog Devices).
3. <http://www.analog.com>
4. [http://www.analog.com/Analog\\_Root/productPage/productHome/0%2C2121%2CAD8362%2C00.html](http://www.analog.com/Analog_Root/productPage/productHome/0%2C2121%2CAD8362%2C00.html)
5. Bob Clarke. RF/IF Components. – Analog Devices Communications Division.
6. Голуб В. Новые квадратурные модуляторы AD985x и AD977// ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2001, № 7.
7. Голуб В. Новые микросхемы цифровых модуляторов для аппаратуры радиосвязи// ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2001, № 7.
8. [www.motorola.com/semiconductors](http://www.motorola.com/semiconductors)

## ОДНОПЛАТНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ СЕМЕЙСТВА ROBO

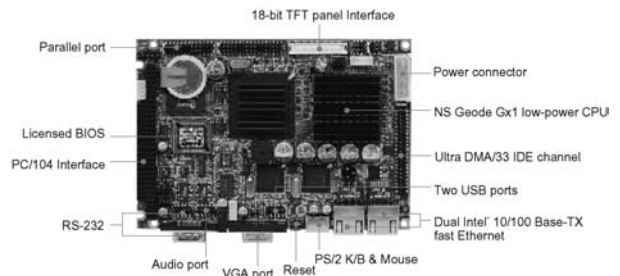
В статье рассмотрены основные технические характеристики ряда выпускаемых фирмой Portwell одноплатных промышленных компьютеров семейства ROBO.

**В. Охрименко**

Фирма Portwell (Тайвань) предлагает большую номенклатуру блоков и модулей для создания надежных промышленных компьютерных систем. Это одноплатные компьютеры (Single Board Computer – SBC), выполненные в стандарте PCI- и ISA-плат половинной длины; встраиваемые платы компьютеров (Embedded System Board – ESB), выполненные в формате 3.5 или 5.25 дюйма, габаритные размеры которых соответствуют размерам трехдюймового или пятидюймового накопителя на гибких дисках [1-5], и мн. др.

Все одноплатные промышленные компьютеры, выпускаемые фирмой Portwell, соответствуют техническим требованиям PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group). Рассмотренные в статье одноплатные компьютеры (кроме ROBO-603) предназначены для работы в диапазоне температур от 0 до 55 °С. Встраиваемый компьютер ROBO-603 имеет диапазон рабочих температур от 0 до 60 °С. Диапазон температур хранения от -20 до 75 °С. Компьютеры могут работать при относительной влажности воздуха от 5 до 95 % (без выпадения конденсата). В таблице приведены основные параметры ряда одноплатных компьютеров.

ROBO-616 – одноплатный промышленный компьютер, созданный на основе микропроцессоров Intel Pentium III или Celeron, выполненных в корпусе FC-PGA, и чипсета Intel 845, включающего контроллеры Intel 815E, Intel ICH2 (I/O Controller Hub), Intel FWH (Firmware Hub). Графический контроллер (Intel 815EGMCH) поддерживает интерфейс AGP (Accelerated Graphics Port) и обеспечивает обмен данными со SDRAM-памятью (стандарт PC100/133) максимальным объемом 512 Мбайт [1]. Для подключения модуля памяти имеется гнездо типа DIMM (168 контактов). Напряжение питания модулей памяти 3.3 В. Ethernet-контроллер, выполненный на базе микросхем Intel 82801BA (ICH2) и Intel 82562ET, поддерживает протоколы обмена данными, принятые в стандартах 10/100BASE-TX. На плате SBC ROBO-616 содержится видеопамять типа кэш объемом 4 Мбайт. Компьютер ROBO-616 имеет слот 32-разрядной PCI-шины и конструктивно выполнен в формате PCI-платы половинной длины. Немаловажное достоинство компьютера ROBO-616 – наличие отдельного разъема для подключения напряжения питания, что позволяет использовать его в качестве автономного компьютера для встраиваемых приложений. Напряжения питания 5 В (ток потребления 7 А), 12 В (ток потребления 200 мА), -12 В (ток потребления 20 мА).



**Компьютер ROBO-505**

Компьютер ROBO-605 выполнен на базе чипсета Intel 440 BX ("южный" и "северный" мост) и микропроцессора Intel Pentium III/Celeron и предназначен для создания малогабаритных встраиваемых вычислительных систем промышленного назначения. В SBC ROBO-605 можно использовать микропроцессор Intel Pentium III с максимальной тактовой частотой 850 МГц или Celeron (600 МГц). Компьютер ROBO-605 имеет слот 16-разрядной ISA-шины и конструктивно выполнен в формате ISA-платы половинной длины. Контроллер памяти со встроенной системой коррекции ошибок (Error Correcting Code – ECC) поддерживает обмен данными с памятью типа SDRAM объемом до 256 Мбайт. Для установки модуля памяти на плате предусмотрено одно гнездо типа DIMM (168 контактов). Напряжение питания модулей памяти 3.3 В. На базе чипсета Intel 440 BX реализуется протокол передачи данных, принятый для стандартного графического порта AGP. Видеоконтроллер C&T 69000 со встроенной видеопамятью типа кэш объемом 2 Мбайт поддерживает работу TFT/DSTN-панелей и CRT-мониторов. На плате ROBO-605 установлены два разъема для подключения VGA- и LCD-монитора. Одноплатный компьютер имеет "сторожевой" таймер и гнездо для подключения флэш-дисков типа DOC (Disk on Chip) с максимальным объемом памяти до 288 Мбайт. Напряжения питания: 5 В (ток потребления 4.5 А), 12 В (ток потребления 120 мА), -12 В (ток потребления 20 мА).

ROBO-505 – одноплатный промышленный компьютер, в который можно устанавливать микропроцессоры: Pentium с тактовой частотой до 233 МГц, AMD K6 (333 МГц) или Cyrix 6x86 (333 МГц). Чипсет Intel 430 TX с контроллером "южного" и "северного" моста обеспечивает обмен с памятью типа SDRAM объемом до 128 Мбайт. Для установки модуля памяти имеется одно гнездо типа DIMM (168 контактов). На плате ROBO-505, кроме того, содержится дополнительная SRAM-память типа кэш объемом 512 кбайт. В компьютере предусмотрен таймер реального времени (RTC) с батареей резервного питания и гнездо для подключения флэш-дисков типа DOC с максимальным объемом памяти до 288 Мбайт, а кроме того имеется отдельный разъем для подключения напряжения питания. Контроллер ввода/вывода на базе микросхемы W83977ATF поддерживает обмен данными с внешни-

ми устройствами, имеющими стандартные интерфейсы (RS-232, PS/2, USB и другие). Адаптер сети Ethernet выполнен на базе контроллера RealTek 8139 (стандарт 10/100BASE-T). В компьютере ROBO-505 реализованы также функции "сторожевого" таймера. Построенный на базе микросхемы C&T 69000 видеоконт-

роллер, имеющий встроенную видеопамять объемом 2 Мбайт, обеспечивает формирование изображения с разрешением 1280×1024 пиксела при частоте обновления видеоизображения 60 Гц. Видеоконтроллер обеспечивает непосредственное подключение CRT-мониторов и TFT/DSTN-панелей. SBC ROBO-505 име-

### Основные параметры одноплатных промышленных компьютеров серии ROBO

Наименование параметра	Одноплатные компьютеры (SBC)			Встраиваемые компьютеры (ESB)	
	ROBO-616	ROBO-605	ROBO-505	ROBO-603	ROBO-503
Типоразмер	формат PCI, плата половинной длины	формат ISA, плата половинной длины		формат 5.25 дюйма	формат 3.5 дюйма
Тип микропроцессора	Pentium III/Celeron		P55C/AMD K61 Cyrix 6x86	Pentium III/Celeron	NC Geode GX1
Тактовая частота системной шины, МГц	66/100/133	66/100	66	66/100/133	33
Кэш-память второго уровня	встроена в процессор		512 кбайт	встроена в процессор	—
Максимальный объем ОЗУ, Мбайт	512 (1×DIMM)	256 (1×DIMM)	128 (1×DIMM)	512 (1×DIMM)	256 (1×SODIMM)
Система коррекции ошибок (ECC)	—	+	—		
BIOS	Award	AMI		Award	
Чипсет	Intel 815E	Intel 82440BX	Intel 82430TX	VIA Pro 133	NS Geode CS5530
Тип./максималн. объем флэш-диска, Мбайт	—	DOC/288		CF	
Интерфейс расширения PC-104	—			+	
Интерфейс SCSI	—				
Контроллер HDD:	– количество каналов	2	1	2	
	– интерфейс	VGA	VGA/LCD		
FDD-порт дисковод	1/2				
Шина расширения	—			32-разрядн. разъем PCI-шины	—
Видеоконтроллер:	– тип	Intel 815EGMCH	C & T 69 000	SMI 712/721	CS5530
	– интерфейс	1	VGA/LCD		
"Сторожевой" таймер	+				
Программно-аппаратный мониторинг	+			—	
ATX-монитор	+	—		+	—
<b>Порты ввода/вывода</b>					
Чипсет	W83627HF	W83977ATT		W83977EF	W83977F-A
USB	3	2			
Последовательный	2		4		2
Параллельный	1				
Ethernet	Intel ICH2	—	RealTek 8139	Intel 82559ER	
PS/2 ("мышь", клавиатура)	+				
IrDA	+				
Аудио	+	—		+	
Драйверы шины ISA с током нагрузки 64 мА	—	+			—
Габаритные размеры, мм	185×122			203×145	150×100

ет слот 16-разрядной ISA-шины и выполнен в формате ISA-платы половинной длины. Напряжения питания: 5 В (ток потребления 5 А), 12 В (ток потребления 60 мА) и -12 В (ток потребления 60 мА).

ROBO-603 – одноплатный встраиваемый промышленный компьютер (ESB) на основе микропроцессоров Intel Celeron или Pentium III с тактовой частотой системной шины 66/100/133 МГц. Максимальный объем подключаемой SDRAM-памяти (гнездо типа DIMM, 168 контактов) составляет 512 Мбайт. Используемые чипсеты VIA Apollo Pro 133A и VT82C694X поддерживают графический интерфейс AGP2x, управление работой семи каналов прямого доступа к памяти (протокол аналогичен реализованному в стандартном контроллере 8237), обработку запросов прерываний (аналогично контроллеру 8259). К FDD-порту можно подключать два пятидюймовых дисководов и/или два трехдюймовых дисководов (с емкостью носителя 712 кбайт, 1.44 или 2.88 Мбайт). Контроллер ввода/вывода W83977EF поддерживает обмен данными через двунаправленный параллельный порт (в режимах SPP, ECP, EPP) и последовательные порты (два USB или четыре COM, IrDA, PS/2). В ESB ROBO-603 имеется разъем 16-разрядной шины расширения PC/104 и разъем 32-разрядной PCI-шины. Для подключения твердотельного флэш-диска (Compact Flash Card) имеется гнездо Type II CF. Ethernet-контроллер на базе двух микросхем Intel 82559ER (два разъема типа RJ-45) позволяет осуществлять обмен данными через локальную сеть по двум каналам. Видеоконтроллер Lynx 3DM SM 720/721 со встроенным видеобуфером объемом 4 или 8 Мбайт поддерживает обработку двух- и трехмерных графических изображений (2D и 3D) и позволяет создавать удобный графический интерфейс пользователя. На плате ROBO-603 имеется многофункциональный аудиоконтроллер, построенный на базе микросхемы VT82C686A, который обеспечивает подключение микрофона и громкоговорителей (по двум каналам). Кроме того, имеется вход для подключения CD-плеера и линейный вход, а также линейный выход. Компьютер ROBO-603 поддерживает работу с CRT-мониторами и TFT-панелями, а также с индикаторными панелями на базе плазменных или жидкокристаллических индикаторов. На Web-сайте фирмы Portwell приведен полный перечень типов TFT-панелей и CRT-мониторов, которые можно подключать к ROBO-603. Видеоконтроллер позволяет формировать изображение с разрешением 1024x786 или 800x600 пикселей как для CRT-мониторов, так и для TFT-панелей, кроме того, имеется TV-выход. Большой набор встроенных контроллеров обеспечивает широкие функциональные возможности компьютера ROBO-603, что позволяет создавать на его базе малогабаритные универсальные встраиваемые интеллектуальные системы сбора и обработки информации. Габариты компьютера ROBO-603 соответствуют размерам пятидюймового накопителя на гибких дисках. Напряжения питания: 5 В (ток потребления 5.2 А) и 12 В (ток потребления 80 мА).

ROBO-503 построен на базе нового выпускаемого фирмой National Semiconductor x86-совместимого микропроцессора Geode GX1 с тактовой частотой 200/300 МГц. Микропроцессор Geode GX1 отличается сниженной потребляемой мощностью. Поскольку микропроцессоры Geode GX1 выпускаются в корпусе типа BGA, это исключает возможность их замены на плате, в связи с чем тактовую частоту микропроцессора необходимо указывать при заказе компьютера. В ESB ROBO-503 имеется SDRAM-память объемом 256 Мбайт. Для подключения модуля памяти предусмотрено гнездо типа SODIMM (144 контакта). Микропроцессор Geode GX1 выполняет обмен данными с памятью по 64-разрядной шине. В качестве чипсета используется сопроцессор Geode CS5530, имеющий встроенный видеоконтроллер. Стандартные аналоговые и цифровые видеопорты позволяют подключать мониторы на основе электронно-лучевой трубки и матричных жидкокристаллических TFT-панелей. На плате имеются два разъема для подключения CRT-монитора и TFT-панели. Список поддерживаемых типов мониторов можно найти на Web-сайте фирмы Portwell. В CS5530 имеется также два независимых IDE-контроллера, поддерживающих интерфейс Ultra DMA/33. Плата компьютера содержит разъем шины расширения PC/104. Контроллер ввода/вывода, выполненный на базе микросхемы W83977FA, позволяет обмениваться данными с внешними устройствами через двунаправленный параллельный порт (режимы SPP, ECP, EPP) и последовательные порты: один RS-232 и один RS-232/422/485. Ethernet-контроллер (стандарты 10BASE-T/100BASE-TX) реализован на двух микросхемах Intel 82559ER. Подключение к локальной сети осуществляется с помощью двух разъемов типа RJ-45. На плате имеется аудиопорт и аудиокодек (интерфейс AC97). Для подключения твердотельного флэш-диска (Compact Flash Card) на плате компьютера предусмотрено гнездо Type II CF. Компьютер ROBO-503 имеет отдельный разъем для подключения питания и кнопку сброса. Габариты компьютера соответствуют размерам трехдюймового накопителя на гибких дисках. Для работы ROBO-503 требуется один источник питания напряжением 5 В. Ток потребления при тактовой частоте микропроцессора 200 МГц составляет 1.66 А.

*Дополнительную информацию о продукции, выпускаемой фирмой Portwell, параметрах и возможностях одноплатных промышленных компьютеров можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.portwell.com.tw>*

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Product Guide 2002. – Portwell, 2002.
2. Portwell Half-Size Single Board Computer. – Reference Table (<http://www.portwell.com>).
3. Portwell Embedded System Board. – Reference Table (<http://www.portwell.com>).
4. <http://www.portwell.com.tw>
5. <http://www.portwell.com>

## Рост электронной промышленности США

*В. Романов*

На фоне общего спада промышленного производства США, который составил в апреле 2003 г. не менее 0.6 %, электронная промышленность этой страны находится на подъеме [1]. Так, например, объем производства компьютеров, включая память и периферию, вырос в апреле более чем на 2 %, производство полупроводниковых компонентов увеличилось на 2.1 %, бытовой электроники – на 1.6 %, средств телекоммуникаций – на 1.4 %. Экономисты связывают положительные тенденции в развитии электроники США с окончанием войны в Ираке и полагают, что устойчивый рост этой области производства сохранится и в будущем. Индекс развития электронной промышленности определяется ростом числа функций, выполняемых одним кристаллом, или увеличением производительности микропроцессорных БИС. Этот индекс за последний год вырос не менее чем на 18 %. Появление на рынке новых микросхем с высокой функциональной сложностью и производительностью способствует созданию эффективных компонентов и средств телекоммуникаций, а также новых изделий бытовой электроники.

В этой связи представляется интересным проанализировать экономические показатели за

последний год такой известной американской полупроводниковой компании, какой является фирма Analog Devices [2]. Доходы этой фирмы во втором квартале текущего финансового года составили 502 млн долларов, что на 21 % выше доходов, полученных во втором квартале прошлого финансового года. Поступления от продаж во втором квартале текущего финансового года увеличились на 17.6 % по сравнению с аналогичным кварталом прошлого года. Число заказов во втором квартале текущего года на 16 % превысило аналогичный показатель первого квартала. Как заявил президент фирмы Analog Devices Jerald G. Fishman, в третьем квартале 2003 года ожидается увеличение доходов фирмы еще на 3 %. Фирма Analog Devices является мировым лидером в области производства аналоговых и цифровых интегральных микросхем. В фирме работает 8600 сотрудников. Заводы фирмы находятся в США (в штатах Массачусетс, Северная Каролина и Калифорния), Англии, Ирландии и на Филиппинах.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. James Haughey. U.S. Manufacturing Down, Electronics Up. – Electronic News, May, No 16, 2003.
2. It's Good to be in Analog, DSPs. – Electronic News, May, No 14, 2003.

## Микросхемы линейных стабилизаторов со сверхмалым падением напряжения

Фирма National Semiconductor начала выпуск новых микросхем линейных стабилизаторов серий LP385x и LP388x со сверхмалым падением напряжения, предназначенных для питания аппаратуры с низким напряжением питания и большим током потребления.

Микросхемы LP3852, LP3855 предназначены для преобразования напряжения питания с 3.3 до 2.5 В, а LP3853, LP3856 – с 3.3 до 1.8 В.

Основные характеристики микросхем:

- входное напряжение от 2.5 до 7 В
- максимальный выходной ток 1.5 А (LP3852, LP3855) или 3.0 А (LP3853, LP3856)
- типовое значение падения напряжения на стабилизаторе при максимальном токе нагрузки 240 мВ для LP3852, LP3855 и 390 мВ для LP3853, LP3856
- защита от перегрузки по току и перегрева
- погрешность установки выходного напряжения  $\pm 1.5$  %
- коэффициент ослабления импульсных помех,

поступающих на вход, 70 дБ

- все микросхемы имеют вход отключения, ток потребления в отключенном состоянии 10 нА
- LP3852 и LP3853 имеют выход индикации отключения микросхемы, а LP3855 и LP3856 – вход обратной связи по напряжению
- диапазон рабочих температур  $-40...+85$  °С
- корпус TO220-5 или TO263-5.

Микросхемы LP3881, LP3882 и LP3883 с максимальным током нагрузки соответственно 0.8, 1.5 и 3.0 А и типовым значением падения напряжения при максимальном токе нагрузки 70, 140 и 210 мВ предназначены для преобразования напряжения питания с 2.5 или 1.8 до 1.8 или 1.2 В соответственно. Для работы этих микросхем требуется дополнительный опорный источник напряжением 5 В, который обеспечивает ток 3 мА.

Дополнительную информацию о микросхемах можно получить в сети Интернет по адресу: [www.national.com/see/power](http://www.national.com/see/power)

## Новые сенсоры BERO

Семейство сенсоров BERO фирмы Siemens пополнилось двумя новыми типами: миниатюрным оптическим сенсором Opto-BERO K21 (с классом защиты от воздействия окружающей среды IP 68) и ультразвуковым сенсором K08 Sonar-BERO (с классом защиты IP 67) в прочном металлическом корпусе. Оба сенсора выпускаются в различных модификациях. Модернизировано также устройство IQ-Sense, обеспечивающее связь между контроллером и сенсорами.

### Мини-сенсор Opto-BERO K21

Мини-сенсор K21 предназначен для использования в складах, на конвейерах, в упаковочных машинах. Он обладает большой дальностью обнаружения и малым временем реакции. Ввод сенсора в эксплуатацию, как и его юстировка (при использовании видимого красного луча), очень просты. Так как чувствительность его фиксирована, процесс калибровки становится излишним.

При наличии поляризационного фильтра сенсор K21 нечувствителен к таким отражающим объектам, как натянутая пленка. Выпускаются модификации для отраженного и диффузного света с дальностью обнаружения 3 и 0,6 м соответственно.

### Ультразвуковой сенсор Sonar-BERO K08

Компактный и прочный, простой в эксплуатации, этот сенсор предназначен для обнаружения разнообразных объектов. Он уверенно определяет



наличие прозрачных объектов, таких как пластиковые бутылки или упаковочная пленка, а также объектов со сложной поверхностью, например, печатные платы.

Наличие на поверхности пыли, конденсата или водяных брызг не является помехой для работы этого сенсора. Благодаря компенсации отражений от фоновой поверхности любой объект обнаруживается с точностью до миллиметра даже на яркой или отражающей поверхности.

Для связи сенсоров с устройствами автоматизации выпускается новый модуль IQ-Sense. Модуль может быть встроен в контроллер S7-300 или модуль входа-выхода ET 200M. К одному модулю может присоединяться посредством двухпроводных линий до восьми различных сенсоров.

Дополнительную информацию о сенсорах фирмы Siemens можно найти в сети Интернет по адресу: [www.siemens.de/sensor](http://www.siemens.de/sensor)

## Компактный газовый хроматограф

Выпускаемый фирмой Siemens (отделение A&D) прибор MicroSAM (Micro Single Analyzer Module) имеет габариты 14x9 дюймов, взрывозащищенное исполнение и является самым миниатюрным газовым хроматографом. Несмотря на малые размеры, он обладает большой производительностью и универсальностью. С учетом малой потребляемой мощности (не более 50 ВА при напряжении питания 24 В) и возможности работы в широком диапазоне температур (от -20 до +50 °C) его можно устанавливать непосредственно возле места проведения анализа, в том числе и вне помещения (при наличии защиты от осадков и прямых солнечных лучей). Связь с другими хроматографами, системой управления производством или компьютером может быть обеспечена по сети Ethernet.

В приборе объединены последние достижения электроники, пневматики и технологии проведения анализа с использованием бесклапанных способов инъекции и переключения колонок. Матрица детекторов теплопроводности позволяет измерять все потоки в колонках и вентиллях, а также максимумы инъекции на входе колонок, что повышает точность



измерения. Существенно уменьшенная длительность цикла позволяет организовать непрерывный контроль состава газовой смеси.

В приборе обеспечивается быстрая и легкая замена стандартизованных модулей для проведения анализа. Инъекция и переключение колонок не требуют участия оператора, давление регулируется автоматически. Предусмотрена возможность совместной работы приборов для одновременного измерения нескольких газовых потоков или в целях резервирования.

Дополнительную информацию о приборе MicroSAM можно найти в сети Интернет по адресу: [www.processanalytics.com](http://www.processanalytics.com)