

**ЭЛЕКТРОННЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ  
И СИСТЕМЫ**

 2004 январь  
№ 1 (77)

 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:**  
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.А. Беспалый

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

**Адрес редакции:**  
Украина, Киев,  
ул. Жилианская, 29

**Тел.:** (044) 227-2262, 227-1356

**Факс:** (044) 227-3668

**E-mail:** ekis@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 27.01.2003

Формат 60×84/8

Тираж 1000 экз.

Зак. № 401-154-0075

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

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ**

В. Макаренко

**Синтезаторы частоты прямого цифрового синтеза** ..... 3

А. Валентик, К. Скиба

**Программное обеспечение  
для GSM-модемов компании Wavacom** ..... 8

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES**
**Быстродействующие преобразователи** ..... 15

**СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНВЕРТЕРЫ**
**ADSP-21262 – сигнальный процессор SHARC DSP  
третьего поколения** ..... 27

**Сигнальные процессоры семейства TigerSHARC** ..... 30

**Blackfin сигнальный процессор: высокие параметры,  
низкое потребление, встроенная обработка данных** ..... 32

**Новые микросхемы семейства микроконвертеров  
и средства их отладки** ..... 35

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**

Г. Местечкина

**POL DC/DC-преобразователи фирмы Astec Power** ..... 37

**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

А. Валентик

**Прецизионные измерительные трансформаторы тока  
для электронных счетчиков электроэнергии** ..... 39

**КОРПУСА И ШКАФЫ**

А. Мельниченко

**Корпуса и шкафы фирмы SCHROFF** ..... 42

**ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ**

А. Мельниченко

**Технология миниатюризации электронных устройств** ..... 43

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**
**По страницам журнала IEEE SPECTRUM** ..... 46

**КОНКУРС "ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА"**
**Итоги конкурса "ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА"** ..... 47

**VD MAIS 10 лет**
**Услуги, предоставляемые клиентам VD MAIS** ..... 48

**CONTENS****COMMUNICATIONS**

**Direct Digital Synthesizers** ..... 3  
**Software for GSM Modems by Wavecom** ..... 8

**THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN**

**High Speed Converters** ..... 15

**DIGITAL SIGNAL PROCESSORS AND MICROCONVERTERS**

**ADSP-21262 – Third Generation SHARC DSP** ..... 27  
**Digital Signal Processor Family TigerSHARC** ..... 30  
**Blackfin Processor: High Performance, Low Power, Embedded Processing** ..... 32  
**Microconverter Product Update** ..... 35

**POWER SUPPLIES**

**Astec Point Of Load DC-DC Converters** ..... 37

**CONTROL AND AUTOMATION**

**Current Transformers for Electronic Watthour Meters** ..... 39

**CABINETS AND CASES**

**Schroff Cabinets and Cases** ..... 42

**SURFACE MOUNT TECHNOLOGY**

**3-D Chip Scale with Lead-Free Processes** ..... 43

**NEWS BRIEFS**

**IEEE Spectrum Journals Review** ..... 46

**BEST DESIGN ANNUAL CONTEST**

**Contest Results of 2003** ..... 47

**TEN YEARS OF VD MAIS**

**List of VD MAIS Services** ..... 48

**ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS**

Janury 2004  
No 1 (77)

Monthly  
Scientific and Technical  
Journal

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

**Director**  
V.A. Davidenko

**Head 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.A. Bespaly

**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:**  
ekis@vdmals.kiev.ua

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

Printed in Ukraine

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

## СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТЫ ПРЯМОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗА

Синтезаторы частоты прямого цифрового синтеза используются в тех случаях, когда другие способы формирования сигналов стабильной частоты оказываются неэффективными или экономически нецелесообразными. Такие синтезаторы незаменимы в системах телекоммуникаций для формирования сигналов стабильной частоты с возможностью быстрой перестройки по частоте и фазе.

**В. Макаренко**

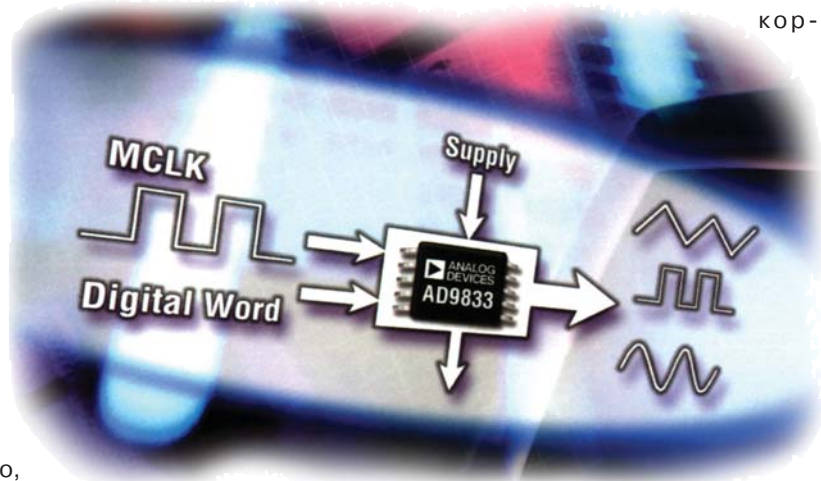
Частота, амплитуда и фаза сигнала, формируемого на выходе синтезатора прямого цифрового синтеза (Direct Digital Synthesis – DDS), в любой момент времени точно известны и могут быть запрограммированы. Параметры таких синтезаторов практически не зависят от температуры и старения элементов. Единственным элементом, который обладает характерной для аналоговых схем нестабильностью, является ЦАП. Отличные технические характеристики и высокая скорость перестройки частоты и фазы синтезаторов DDS стали причиной того, что они вытесняют синтезаторы, построенные на основе системы ФАПЧ. Основные преимущества синтезаторов DDS:

- \* высокое разрешение по частоте и фазе
- \* быстрый переход на другую частоту (или фазу)
- \* перестройка по частоте без разрыва фазы и без выбросов напряжения.

Разрешение по частоте достигает тысячных долей герца для выходной частоты до нескольких десятков мегагерц, что практически недостижимо при других методах синтеза. Другой характерной особенностью синтезаторов DDS является очень высокая скорость перехода на другую частоту, которая определяется только быстродействием работы цифрового интерфейса и цифровых схем, входящих в состав синтезатора. Третьей особенностью синтезаторов DDS является возможность формирования модулированных сигналов непосредственно в процессе синтеза [1-3].

В аппаратуре связи синтезаторы частоты, являясь ядром системы настройки, определяют ее основные технические характеристики. Как по техническим, так и экономическим показателям синтезатор DDS удовлетворяет большинству требований, предъявляемых к идеальному синтезатору частоты, обеспечивая высокую степень интеграции, возможность программного управления и малые габариты.

Современные синтезаторы DDS изготавливают по субмикронной КМОП-технологии с использованием логики с напряжением питания 3 В и миниатюрных



кор-

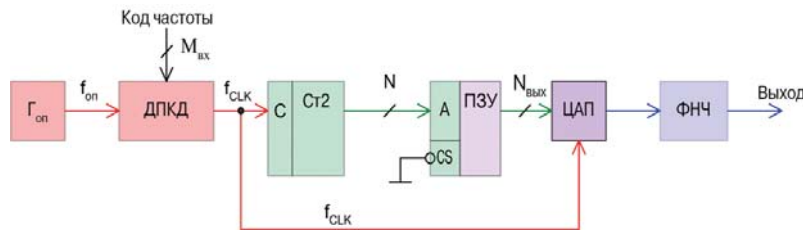
пусов.

Цены на них постоянно снижаются. Все это делает эти синтезаторы очень перспективными.

Однако дискретизация и цифро-аналоговое преобразование, которым подвергается сигнал в синтезаторах DDS, накладывают и некоторые ограничения:

- \* максимальная выходная частота не может быть выше половины тактовой (на практике она еще меньше), но благодаря внедрению новых технологий тактовая частота постоянно возрастает
- \* отдельные побочные составляющие в спектре сигнала на выходе синтезатора DDS могут быть значительно больше, чем в синтезаторах, построенных на основе системы ФАПЧ, т. к. спектральная чистота выходного сигнала синтезатора DDS зависит от характеристик ЦАП
- \* потребляемая синтезатором DDS мощность практически прямо пропорциональна тактовой частоте и может достигать единиц ватт для высокочастотных синтезаторов, поэтому при высоких тактовых частотах такие синтезаторы могут оказаться непригодными для устройств с батарейным питанием.

Само название синтезатора DDS подразумевает цифровые методы формирования выходного гармонического сигнала. А для формирования аналогового выходного сигнала необходим цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Упрощенная структурная схема синтезатора DDS приведена на рис. 1. Выходной квазигармонический сигнал синтезатора



**Рис. 1. Упрощенная структурная схема синтезатора DDS**

формируется с помощью ЦАП, на вход которого поступает цифровой код, считываемый из постоянно запоминающего устройства (ПЗУ). В ячейках ПЗУ записаны значения коэффициентов синусоидального сигнала (впрочем, могут быть записаны и коэффициенты сигнала произвольной формы). Точность представления коэффициентов (разрядность записанных чисел) определяет количество ступеней аппроксимирующей синусоиду функции и, следовательно, коэффициент гармоник выходного сигнала. Адреса ячеек, из которых осуществляется считывание, формируются двоичным счетчиком СТ. Частота опроса ячеек определяется коэффициентом деления программируемого делителя частоты (ДПКД – делителя частоты с переменным коэффициентом деления) и частотой генератора опорного сигнала  $\Gamma_{оп}$ . Стабильность выходной частоты синтезатора полностью определяется параметрами  $\Gamma_{оп}$ . Изменяя код частоты на входе управления ДПКД, можно менять частоту выходного сигнала. Для уменьшения уровня составляющих периодического спектра (периодичность определяется частотой формирования отсчетов  $f_{CLK}$  на выходе ЦАП) используется фильтр нижних частот (ФНЧ), который в англоязычной литературе имеет название anti-aliasing filter.

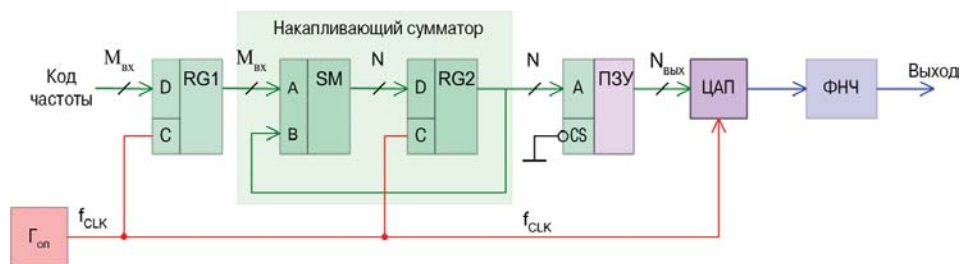
Такой метод формирования гармонического сигнала обладает существенным недостатком: выходная частота может изменяться только в целое число раз и шаг перестройки будет переменным. Причем, чем меньше коэффициент деления, тем больше относительная величина шага, что для многих практических применений неприемлемо. Еще одним недостатком такого метода формирования сигнала является то, что при перестройке выходной частоты будет меняться и частота дискретизации. Это затрудняет фильтрацию выходного сигнала синтезатора. Лучше всего было бы использовать по-

стоянную тактовую частоту, близкую к максимально допустимой для применяемого ЦАП.

Для устранения указанного недостатка двоичный счетчик заменяют накапливающим сумматором, содержащим собственно сумматор и регистр памяти. На рис. 2. показана структурная схема синтезатора, содержащего такой сумматор. На каждом такте работы синтезатора в регистр RG2 записывается сумма кодов: предыдущего, сформированного на его выходе, и кода частоты, подаваемого на вход управления синтезатора (вход RG1). Код на выходе регистра RG2 линейно нарастает во времени. Причем шаг приращения кода зависит от величины постоянной добавки – кода частоты. Когда накапливающий сумматор используется для формирования кода фазы, его еще называют аккумулятором фазы. Выходной код аккумулятора фазы представляет собой код мгновенной фазы выходного сигнала. Постоянная добавка, которая используется при работе аккумулятора фазы, представляет собой приращение фазы за один такт работы устройства. Чем быстрее изменяется фаза во времени, тем больше частота генерируемого сигнала. Поэтому значение приращения фазы фактически является кодом выходной частоты. Если код приращения фазы равен, например, двум, то код на выходе аккумулятора будет изменяться вдвое быстрее, чем при значении кода приращения, равном единице. При этом на входы ЦАП коды поступают с той же частотой, но представляют собой не соседние, а взятые через один отсчеты функции  $\sin$  (рис. 3). Частота генерируемого сигнала при этом будет вдвое большей, а частота дискретизации останется прежней. На выходе ЦАП формируется квазигармонический сигнал, состоящий из “ступенек”. Аналоговый ФНЧ сглаживает ступеньки и на его выходе формируется гармонический сигнал.

Аккумулятор фазы работает с периодическими переполнениями, соответствующими периоду синусоидальной функции. Частота выходного сигнала рассчиты-

вается с периодическими переполнениями, соответствующими периоду синусоидальной функции. Частота выходного сигнала рассчиты-



**Рис. 2. Структурная схема синтезатора DDS, построенного на основе накапливающего сумматора**

тывается по формуле

$$f_{\text{вых}} = M_{\text{вх}} f_{\text{CLK}} / 2^N,$$

где  $f_{\text{вых}}$  – частота выходного сигнала;  $f_{\text{CLK}}$  – тактовая частота;  $M_{\text{вх}}$  – код частоты;  $N$  – разрядность аккумулятора фазы.

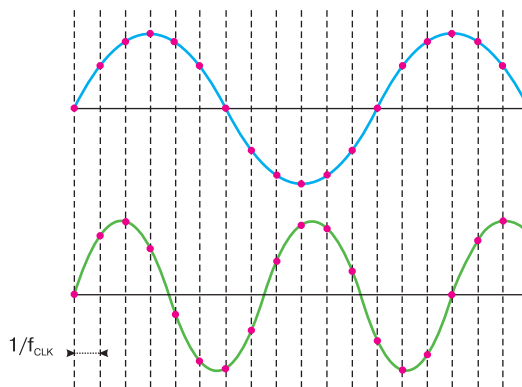
Шаг перестройки частоты равен

$$\Delta f_{\text{вых}} = f_{\text{CLK}} / 2^N.$$

Например, если тактовая частота равна 25 МГц, а разрядность  $N=28$ , то шаг перестройки частоты составит 0.0931 Гц. Увеличивая разрядность накапливающего сумматора, можно уменьшить шаг перестройки частоты.

Рассмотренная выше структурная схема применяется во всех современных синтезаторах DDS. Кроме встроенного ЦАП в состав синтезатора DDS могут входить дополнительные цифровые блоки:

- \* умножитель опорной частоты
- \* дополнительный цифровой сумматор для программирования фазы
- \* инверсный sinc-фильтр для компенсации неравномерности АЧХ



**Рис. 3. Формирование сигналов различной частоты при изменении кода приращения**

- \* дополнительный цифровой умножитель для формирования амплитудно-модулированного сигнала
- \* дополнительный ЦАП для получения квадратурных сигналов I и Q

**Основные характеристики синтезаторов DDS**

Тип синтезатора DDS	Макс. такт. частота, МГц	Длина управл. слова, бит	Кол-во разрядов ЦАП	SFDR * в узкой полосе/ центр. частота/ полоса частот, дБ/МГц/МГц	Потребл. мощность, мВт	Интерфейс	Напряжение источника питания, В	Тип корпуса
AD9830	50	32	10	72/2/0.5	300	паралл.	5.0	48-TQFP
AD9831	25	32	10	72/1/0.5	40	паралл.	3.0...5.0	48-TQFP
AD9832	25	32	10	72/1/0.5	45	послед.	3.0...5.0	16-TSSOP
AD9833	25	28	10	78/1/0.2	20	послед.	2.3...5.5	10-MSOP
AD9834	50	28	10	78/1/0.2	25	послед.	2.3...5.5	20-TSSOP
AD9835	50	32	10	72/1/0.5	200	послед.	5.0	16-TSSOP
AD9850	125	32	10	80/40.1/0.5	480	пар./послед.	3.3...5.0	28-SSOP
AD9851	180	32	10	85/40.1/0.5	650	пар./послед.	3.3...5.0	28-SSOP
AD9852	300	48	12	83/10/1	2200	пар./послед.	3.3	80-LQFP
AD9854	300	48	12	83/10/1	2200	пар./послед.	3.3	80-LQFP
AD9858	1000	32	10	80/40/1	1900	пар./послед.	3.3	100-EPAD
AD9859	400	32	10	80/160/0.1	200	послед.	1.8	48-TQFP
AD9951	400	32	14	80/160/0.1	200	послед.	1.8	48-TQFP
AD9952	400	32	14	80/160/0.1	200	послед.	1.8	48-TQFP
AD9953	400	32	14	80/160/0.1	200	послед.	1.8	48-TQFP
AD9954	400	32	14	80/160/0.1	200	послед.	1.8	48-TQFP

\* динамический диапазон, измеренный в узкой полосе, симметричной относительно центральной частоты



- \* дополнительный компаратор с малым дрожанием (“джиттером”) для формирования цифрового тактового сигнала
- \* дополнительные регистры частоты и фазы, которые могут быть заранее запрограммированы для частотной или фазовой манипуляции.

Для того чтобы правильно применять синтезатор DDS, необходимо иметь четкое представление о том, как различные факторы влияют на его выходные характеристики.

Важнейшими характеристиками синтезатора являются: нестабильность частоты (выражается в ppm – промиллах), дрожание выходного сигнала (выражается в пико- или наносекундах) и фазовый шум (выражается в дБс/Гц).

Главным источником фазовых шумов является генератор тактового сигнала. Фазовый шум выходного сигнала синтезатора теоретически меньше фазового шума сигнала тактового генератора на  $20\log(f_{CLK}/f_{ВЫХ})$  дБ. На практике это улучшение ограничено свойствами схем, входящих в состав синтезатора (типовое значение составляет -130 дБс/Гц при расстройке на 1 кГц от выходной частоты) [1, 2]. Эта величина фазового шума является минимально возможной и получила название “остаточный фазовый шум”.

Некоторые типы высокочастотных синтезаторов DDS содержат встроенный умножитель частоты на основе системы ФАПЧ (в синтезаторах фирмы Analog Devices AD9852 и AD9854 коэффициент умножения тактовой частоты может быть установлен от 4 до 20, а в AD9851 составляет 6). Однако умножение частоты в несколько раз вызывает увеличение фазового шума во столько же раз [3].

Аккумуляторы фазы выпускаемых синтезаторов DDS имеют разрядность 28, 32 или 48 бит. Но только часть разрядов используется для адресации ПЗУ, в которое записаны коэффициенты синуса. Это вынужденная мера, связанная с необходимостью уменьшения объема ПЗУ. Если использовать, например, 32 бита адреса ПЗУ и десятиразрядное представление каждого отсчета, то понадобилось бы ПЗУ емкостью  $2^{32} \cdot 10 = 42\,949\,672\,960 \approx 43$  Гбит. Поэтому для адресации ПЗУ используется только несколько старших разрядов кода, формируемого на выходе аккумулятора фазы. Усечение кода фазы выполняется по алгоритму, заложенному при проектировании синтезатора, и внешними сигналами изменить этот алгоритм невозможно. Отбрасывание младших разрядов кода адреса приводит к возникновению ошибки в представлении фазы. Как следствие, это приводит к появлению погрешности при преобразовании фазы в амплитуду выходного сигнала. Эта погрешность является периодической, так как в зависимости от кода частоты одно и то же состояние аккумулятора фазы повторяется чаще или реже. В результате в спектре выходного сигнала синте-

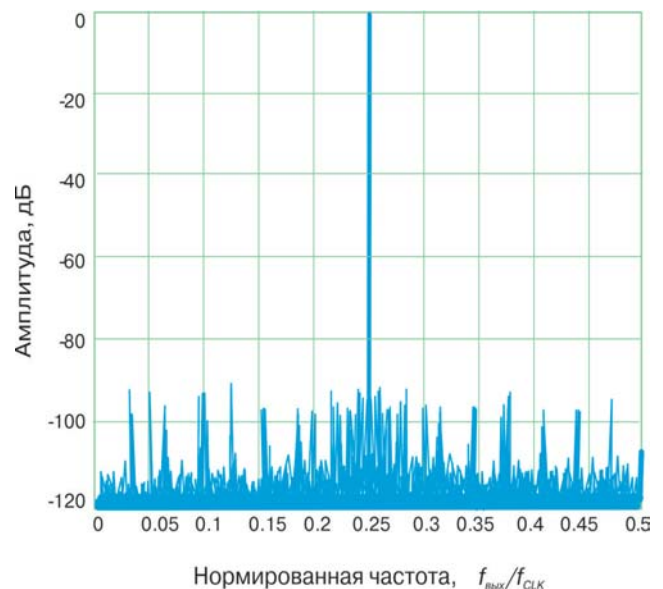
затора появляются дискретные составляющие, возникающие из-за усечения кода фазы. Значения амплитуды и фазы этих составляющих зависят от разрядности аккумулятора фазы ( $N$ ), разрядности слова фазы после усечения ( $N_{yc}$ ) и значения кода частоты ( $M_{вх}$ ).

Максимальный уровень этих составляющих приблизительно можно рассчитать по формуле  $U_{дс} = -6.02 \times N_{yc}$  дБ [2, 4, 5]. Например, при  $N_{yc} = 15$  максимальный уровень этих составляющих приблизительно равен -90 дБ. Причем наихудшим является случай, когда в отбрасываемой части кода фазы старший бит равен 1, а все остальные биты – 0. Дополнительные составляющие в спектре будут отсутствовать при условии, что в отбрасываемой части кода все составляющие равны нулю. В [5] приведен спектр выходного сигнала синтезатора DDS при  $N_{yc} = 15$  (рис. 4).

Как уже было сказано, максимальная выходная частота не может быть выше половины тактовой частоты  $f_{CLK}$ . Это объясняется эффектами наложения (aliasing) спектральных составляющих формируемого сигнала (основной частоты и ее гармоник) и комбинационных составляющих, возникающих из-за дискретизации сигнала. Это положение иллюстрирует рис. 5. На выходе ЦАП формируется сигнал с частотой 30 МГц, а тактовая частота синтезатора равна 100 МГц. Огибающая спектра сигнала на выходе ЦАП изменяется по закону  $(\sin x)/x$  и амплитуду сигнала можно определить по формуле

$$A(f_{ВЫХ}) = \frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot f_{ВЫХ}}{f_{CLK}}\right)}{\frac{\pi \cdot f_{ВЫХ}}{f_{CLK}}}$$

где  $A(f_{ВЫХ})$  – амплитуда сигнала на выходе ЦАП на заданной частоте. На частоте Найквиста, равной поло-



**Рис. 4. Спектр выходного сигнала при усечении длины кода аккумулятора фазы до 15 бит**

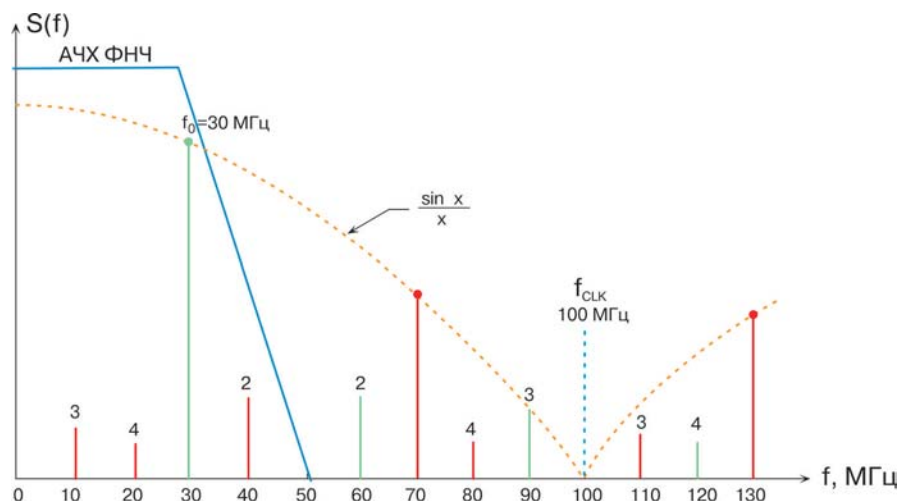


Рис. 5. Распределение частот в спектре выходного сигнала синтезатора DDS

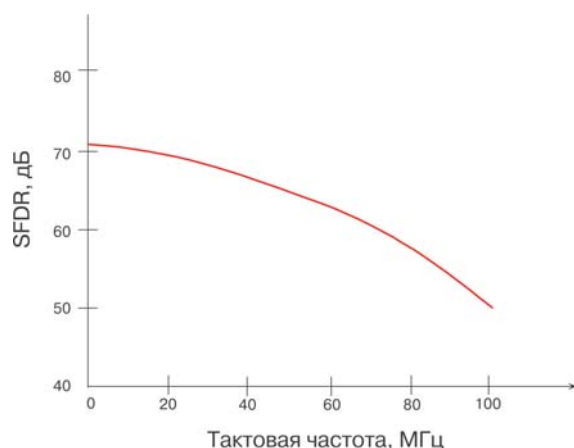


Рис. 6. Зависимость коэффициента гармоник выходного сигнала синтезатора DDS от тактовой частоты

вине частоты дискретизации, спад амплитуды сигнала составляет 3.92 дБ.

Так как разрядность ЦАП ограничена и его амплитудная характеристика нелинейна, то сигнал на его выходе искажен и в спектре, кроме первой, присутствуют вторая и более высокие гармоники сигнала (на рис. 5 показаны зеленым цветом) и комбинационные составляющие (на рис. 5 показаны красным цветом) тактовой частоты  $f_{\text{CLK}}$  и гармоник сигнала  $f_i = f_{\text{CLK}} \pm n f_{\text{вых}}$ , где  $n$  – номер гармоники выходного сигнала. Так как спектры сигнала и комбинационных искажений перекрываются, то разделить их с помощью ФНЧ невозможно. Поэтому желательно ограничить выходную частоту синтезатора величиной  $f_{\text{CLK}}/3$ , чтобы комбинационная составляющая с частотой  $(f_{\text{CLK}} - f_{\text{вых}})$ , имеющая

самый большой уровень, лежала выше частоты Найквиста и ее можно было бы подавить с помощью ФНЧ.

На рис. 6 показана зависимость динамического диапазона неискаженного сигнала (в англоязычной литературе SFDR) от частоты дискретизации для синтезатора DDS с 10-разрядным ЦАП на выходе. Частота среза ФНЧ поддерживается равной половине тактовой частоты [5].

Максимальная тактовая частота и количество разрядов выходного ЦАП определяют максимально достижимые частоту и коэффициент гармоник синтезированного сигнала. В таблице приведены основные характеристики синтезаторов DDS, выпускаемых фирмой Analog Devices. Приведенные в таблице синтезаторы, характеристики которых совпадают, различаются функциональными возможностями.

С функциональными возможностями некоторых типов синтезаторов DDS можно будет ознакомиться во второй части статьи.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Low Power AD9833/AD9834 DDS Applications Guide. – Analog Devices, 2003.
2. [http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/01\\_07/stat\\_50.htm](http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/01_07/stat_50.htm)
3. <http://www.analog.com.ru/Public/DDS.pdf>
4. Шкритек П. Справочное руководство по звуковой схемотехнике. – М.: Мир, 1991 г.
5. High Speed DAC's and DDS Systems.pdf.

Продолжение следует

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ OPEN AT ДЛЯ GSM-МОДЕМОВ КОМПАНИИ WAVESOM**

**В** статье рассмотрены возможности создания беспроводных информационно-управляющих систем с использованием GSM-модемов компании Wavocom и программного обеспечения Open AT.

**А. Валентик, К. Скиба**

В предыдущих [1, 2] выпусках нашего журнала мы рассказывали об использовании современных промышленных GSM-модемов в таких устройствах телеметрии, как различные виды счетчиков, торговые автоматы, банкоматы, охранные и пожарные сигнализации, в навигационных системах, системах управления технологическими процессами, контроля за удаленными и/или подвижными объектами. Промышленные GSM-модемы обеспечивают эффективный, а зачастую и единственно возможный способ обмена данными через сеть GSM между объектами перечисленных телеметрических систем [3]. Рассмотрим более подробно возможности применения GSM-модемов в информационно-управляющих системах.

При традиционном подходе к созданию систем телеметрии функции управления процессом приема/передачи данных через GSM-модем возлагаются на внешний (по отношению к GSM-модему) микропроцессор, основной задачей которого является сбор и обработка данных от периферийных устройств и/или датчиков. Дополнительно микропроцессор может обслуживать клавиатуру и ЖК-дисплей для ввода/вывода данных. Управление GSM-модемом осуществляется AT-командами через последовательный порт микропроцессора.

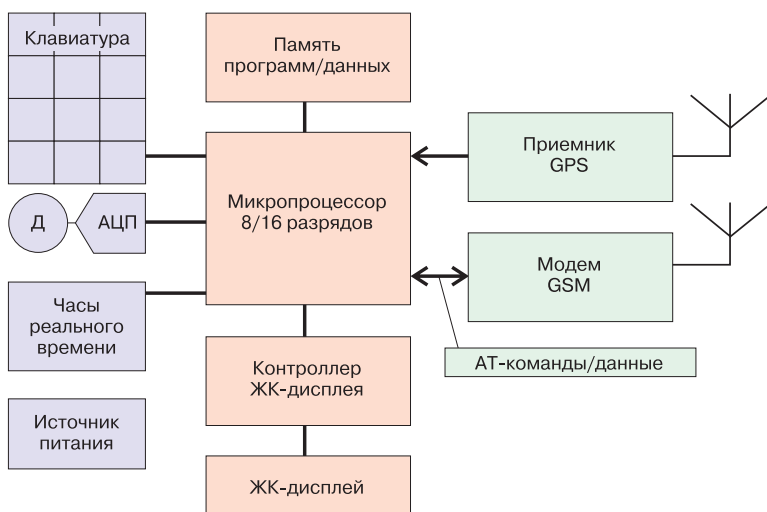
На рис. 1 приведена функциональная схема системы слежения за подвижными объектами. В такой системе микропроцессор считывает данные с GPS-приемника о местоположении объекта и передает их с помощью GSM-модема через сеть GSM на диспетчерский пункт. Клавиатура и ЖК-дисплей используются для управления системой. Дополнительно микропроцессор анализирует сигнал с датчика Д (например, датчика давления, температуры и т. д.) и, в случае необходимости, также передает информацию о состоянии датчика с помощью GSM-модема на диспетчерский пункт.

В большинстве простых телеметрических систем для обработки данных не требуются значительные вычислительные ресурсы. При этом использование внешнего микропроцессора является избыточным.

Французская компания Wavocom, опираясь на десятилетний опыт разработки и производства модемов для сетей GSM, предлагает промышленные модемы с уникальными возможностями использования ресурсов микропроцессора, памяти и ряда дополнительных интерфейсов, встроенных в GSM-модемы. С помощью программной платформы MUSE (Modular User Software Environment) обеспечивается возможность создания пользовательского программного обеспечения на языке высокого уровня (C/C++).

Написанная пользователем программа хранится во внутренней памяти GSM-модема Wavocom и выполняется встроенным в GSM-модем микропроцессором. Такой подход позволяет отказаться от использования внешнего микропроцессора, управляющего периферийными устройствами.

На рис. 2 приведена функциональная схема описанной выше системы слежения за подвижными объектами, в которой использованы внутренние ресурсы GSM-модема Wavocom. В такой системе пользовательское программное обеспечение, которое загружено в GSM-модем Wavocom, управляет процессом считывания данных с приемника GPS, их обработкой и отправкой на диспетчерский пункт через сеть GSM; обслуживанием клавиатуры, внешнего датчика и выво-



**Рис. 1. Функциональная схема традиционной системы слежения за подвижными объектами с использованием внешнего микропроцессора**



# Програмне забезпечення Open AT для GSM-модемів

```
#include "adl_glo...h"  
#include "main.h" void adl...  
u32 wm_apmCu...%}  
const u16 wm...ackSize  
...adl_main...adl...  
buffer[100
```

Є аргументи, що переконують будь-кого...

OPEN AT.

- економічність
- скорочення терміну створення нових пристроїв
- зниження вартості виробів
- висока гнучкість
- можливість оптимізації параметрів пристроїв
- продуктивність
- мініатюризація виробів
- надійність



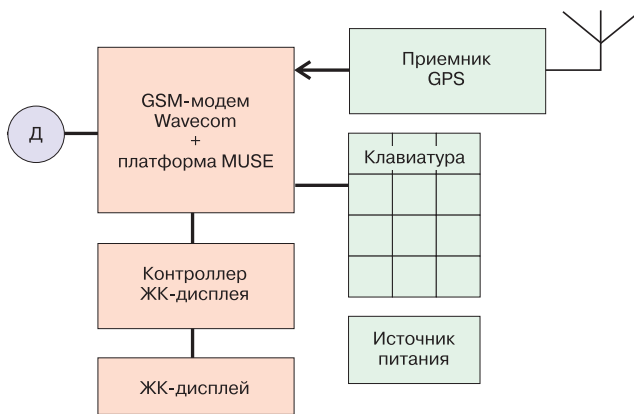
GSM-модеми фірми Wavocom забезпечують простоту розробки інноваційних пристроїв, у яких використовуються широкі можливості безпроводового зв'язку за стандартом GSM.

Open AT – програмне забезпечення, яке дозволяє максимально використати можливості GSM-модемів Wavocom. Створювані за допомогою Open AT програми виконуються безпосередньо GSM-модемами Wavocom без застосування зовнішніх високовартісних компонентів. Як результат – розробка у короткий термін економічних, надійних і малогабаритних виробів підвищеної функціональності.

**VD MAIS – офіційний дистриб'ютор компанії Wavocom в Україні**

тел.: (044) 227-2262, 227-1356, 227-4249, e-mail: info@vdmiais.kiev.ua

**wavocom** 



**Рис. 2. Функциональная схема системы слежения за подвижными объектами с использованием GSM-модема Wavocom и программной платформы MUSE**

дом данных на ЖК-дисплей (через внешний контроллер).

Необходимо отметить, что GSM-модемы Wavocom семейства QUIK, изначально разработанные для использования в мобильных телефонах, имеют широкий набор интерфейсов. Например, GSM-модем Q2406 (рис. 3) снабжен такими интерфейсами [4]:

- \* основной и вспомогательной шины SPI
- \* двухпроводным интерфейсом I<sup>2</sup>C (Serial Clock, Data)
- \* ЖК-дисплея для работы с внешним драйвером ЖК-дисплея
- \* клавиатуры (5 строк/5 колонок)
- \* основным и вспомогательным последовательным интерфейсами ввода/вывода общего назначения, совместимыми с протоколом V24
- \* основным интерфейсом ввода/вывода общего назначения (4 линии ввода, 6 линий вывода при общем числе линий ввода/вывода – 6)
- \* резервным интерфейсом ввода/вывода общего назначения (3 линии ввода, 4 линии вывода при общем числе линий ввода/вывода – 4)
- \* аналого-цифровым преобразователем (10 бит, 93 кГц, 0-2.8 В)
- \* симметричным и несимметричным аудиоинтерфейсами.

Наличие перечисленных интерфейсов позволяет создавать системы телеметрии, обеспечивающие широкие возможности работы с внешними периферийными устройствами при использовании GSM-модема Q2406. Все GSM-модемы Wavocom имеют встроенные часы реального времени (RTC – Real Time Clock).

При написании программного обеспечения для GSM-модемов семейства QUIK пользователь располагает ресурсами встроенного 32-разрядного микропроцессора, приведенными в таблице 1.

Основные преимущества применения GSM-модемов Wavocom и платформы MUSE в системах телеметрии по сравнению с традиционным для этих систем использованием внешнего микропроцессора:

- \* сокращается количество элементов
- \* снижается стоимость
- \* уменьшаются габаритные размеры
- \* снижается энергопотребление
- \* повышается надежность
- \* упрощается интеграция системы в состав функционирующего оборудования.

Пользовательское программное обеспечение для GSM-модемов Wavocom создается с помощью набора библиотек Open AT, являющихся неотъемлемой частью программной платформы MUSE и предоставляемых компанией Wavocom на коммерческой основе.

Создание пользовательского приложения включает следующие этапы:

- \* написания пользовательского программного обеспечения на языке C/C++
- \* компиляции пользовательского программного кода
- \* привязки к библиотекам Open AT
- \* загрузки полученного бинарного файла в GSM-модем Wavocom через протокол Xmodem [5].

Для компиляции программного кода и его привязки к библиотекам Open AT необходим компилятор языка C++ в виде лицензионного программного обеспечения компании ARM [6] или бесплатного компилятора GCC [7]. Необходимо отметить, что компилятор RVCT 1.2 компании ARM, прилагаемый в составе интегрированной среды разработчика RVDS (RealView Developer Suite) [8], предоставляет разработчику большие возможности по сравнению с компилятором GCC при написании, отладке и оптимизации программного обеспечения. Сравнительные характеристики компиляторов, компаний ARM и GCC приведены в таблице 2.



**Рис. 3. GSM-модем Q2406**

**Таблица 1. Ресурсы GSM-модемов семейства QUIK для создания пользовательского программного обеспечения**

Тип GSM-модема	Память, кбайт			Быстродействие микропроцессора, MIPS	
	программ (FLASH)	ОЗУ	данных (FLASH)	в дежурном режиме	в режиме подключения к сети GSM
Q2403A	384	32	5	2	0.5
Q2406A	384	32	5	5	1.5
Q2406B	512	64	128	5	1.5

Структура программного обеспечения GSM-модемов Wavesom с использованием библиотек Open AT представлена на рис. 4 [9]. Встроенное программное обеспечение, представляющее собой бинарный файл, состоит из:

- \* приложения пользователя, загруженного в GSM-модем Wavesom (приложение пользователя должно быть "привязано" к библиотеке Wavesom)
  - \* библиотек Wavesom
  - \* прикладного интерфейса программирования
- Прикладной интерфейс программирования включает:

- обязательную библиотеку, используемую при создании встроенного программного обеспечения
- библиотеку AT-команд, обеспечивающую программный интерфейс для работы с AT-командами
- библиотеку операционной системы, обеспечивающую работу с таймерами и встроенной памятью
- библиотеку управления потоками приема/передачи данных по интерфейсам V24, GSM и GPRS
- библиотеку ввода/вывода для управления состояниями последовательного порта и порта ввода/вывода общего назначения
- библиотеку шин SPI и I<sup>2</sup>C
- библиотеку стандартных функций языка C/C++
- библиотеку GPRS для управления работой в режиме пакетной передачи данных.

Фирменное программное обеспечение Wavesom, представляющее собой отдельный бинарный файл, обеспечивает работу модема в сети GSM.

В конце 2003 года компания Wavesom разработала программное обеспечение Open AT версии 2.1. Основными отличиями новой версии ПО от предыдущих являются:

- \* режим ADL, в котором используются функции ADL (Application Developer Layer), значительно упрощающие процесс создания встроенного программного обеспечения

\* функция удаленной загрузки программного обеспечения через сеть GSM (встроенное программное обеспечение может быть обновлено или перезаписано дистанционно через GSM-сеть, что позволяет значительно снизить затраты и сократить время на эксплуатационное обслуживание)

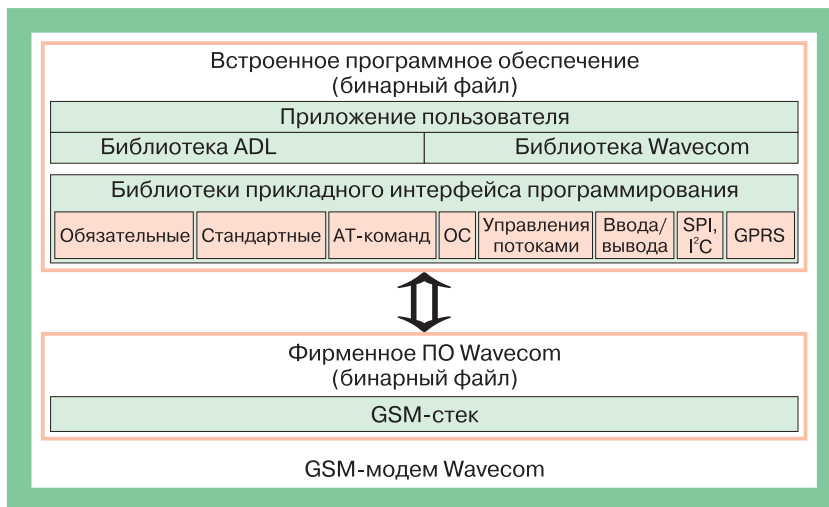
\* поддержка TCP/IP стека (при использовании компилятора компании ARM доступны библиотеки для работы со встроенным стеком TCP/IP [2]). Используя ПО Open AT при написании встроенного приложения, пользователь может улучшить характеристики изделия, а именно:

- \* повысить безопасность (например, встроенное приложение автоматически вводит PIN-код при старте, а при использовании внешнего микропроцессора PIN-код может быть "подслушан" при его передаче по последовательному порту)
- \* оптимизировать энергопотребление (например, встроенное приложение, при необходимости, может отключать GSM-стек модема)
- \* улучшить систему диагностики (например, встроенное приложение отслеживает работоспособность внешних периферийных устройств и, в случае сбоя, отправляет уведомление в сервисный центр)
- \* упростить сервисное обслуживание (при использовании функции удаленной загрузки встроенного приложения через сеть GSM).

В настоящее время широкое распространение при создании программного обеспечения вне зависимости от его платформы получил язык высокого уровня Java. Для встраиваемых приложений существует сокращенная версия платформы Java – J2ME,

**Таблица 2. Сравнительные характеристики компиляторов компаний ARM и GCC**

Характеристика	Компилятор	
	RVCT 1.2 (ARM)	GCC
Стоимость	лицензионное программное обеспечение	бесплатный
Техническая поддержка	предоставляется компанией Wavesom	отсутствует
Размер конечного бинарного файла	оптимизированный	на 40 % больше, чем для ARM RVCT 1.2
Скорость исполнения бинарного файла	высокая	низкая, поэтому не применяется для приложений, критичных ко времени исполнения
Поддержка дополнительных протоколов	TCP/IP	отсутствует



**Рис. 4. Структура программного обеспечения GSM-модемов Wavocom с использованием библиотек Open AT**

получившая особую популярность при создании ПО для мобильных телефонов и прочих малогабаритных коммуникационных устройств. Однако, для систем телеметрии и автомобильной электроники не существует единой платформы Java, в то время как ПО Open AT обеспечивает более высокую эффективность управления периферийными устройствами, повышенное быстродействие и более низкие требования к объему памяти программ благодаря оптимизации исполняемого бинарного файла. Платформа Open AT является более мощной и гибкой по сравнению с Java, обладая при этом лучшими экономическими показателями.

С целью упрощения и ускорения процесса разработки устройств беспроводной связи компания Wavocom в феврале 2003 г. объявила о создании комплексного набора аппаратных и программных средств под названием WOW (Wireless Open Workshop). Комплекс WOW разделен на семь специализированных наборов аппаратно-программных средств, ориентированных

на конкретные сегменты рынка беспроводных систем связи в сетях стандарта GSM (рис. 5). Из них три набора аппаратно-программных средств предназначены для создания мобильных телефонов различной категории сложности, а четыре ориентированы на такие специализированные приложения, как портативные компьютеры, цифровые персональные ассистенты (PDA), системы автомобильной электроники и системы телеметрии. Аппаратными средствами, предлагаемыми компанией Wavocom, являются GSM-модемы и/или модули, содержащие также фирменное программное обеспечение с наборами различных функций, а для создания встроенно-

пользовательского программного обеспечения предлагается использовать программную платформу MUSE. Дополнительно, в зависимости от требований заказчика, компания Wavocom предлагает комплекс дополнительных услуг по разработке, интеграции и сертификации изделий заказчика.

**Бесплатную демонстрационную версию программного обеспечения Open AT** можно получить, обратившись к официальному дистрибьютору компании Wavocom в Украине – НПФ VD MAIS. Демонстрационная версия Open AT предоставляется при подписании лицензионного соглашения. Контактные координаты НПФ VD MAIS: тел.: (044) 227-5297, 227-5281, 227-4249



**Рис. 5. Структура аппаратно-программного комплекса WOW**

Компания Wavocom является не только производителем GSM-модемов, она также предоставляет широкий набор программных средств для создания беспроводных систем связи стандарта GSM, учитывая специализированные требования, предъявляемые к подобным устройствам. Комплексные решения, предлагаемые компанией Wavocom, были высоко оценены такими всемирно известными производителями как XACOM (навигационные системы), ICS (навигационные системы), ENERMET (электрические, газовые и тепловые счетчики), PANASONIC (мобильные компьютеры), VOLVO (автомобильная электроника), N&W GLOBAL VENDING GROUP (торговые автоматы), TRINITY (охранные системы) и другими.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Валентик А., Ермолович А. GSM-модемы//ЭКИС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 2.



2. Валентик А. Промышленные GSM-модемы WAVECOM со встроенным TCP/IP-стеком//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 9.

3. Валентик А. Технология пакетной передачи данных в сетях GSM//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 4.

4. Q2406 and Q2426 Product Specification //WM\_PRJ\_Q2400\_PTS\_002. – Wavcom, 2003.

5. Xmodem Download//WM CUS GEN CTI 002. – Wavcom, 2002.

6. <http://www.arm.com>

7. <http://gcc.gnu.org>

8. <http://www.arm.com/products/DevTools/RealViewCompilation.html>

9. Open AT Development Guide. – Wavcom, 2003.

**НПФ VD MAIS и компания Wavcom (Франция) приглашают на семинар  
“GSM МОДЕМЫ КОМПАНИИ WAVECOM”**

**Семинар состоится 10 марта 2004 г. в конференц-зале НАН Украины  
по адресу: г. Киев, ул. Владимирская, 55**

Семинар проводится с участием представителей компании Wavcom.  
Время проведения семинара с 10:00 до 15:00. Начало регистрации с 9:00.

Участие в семинаре **бесплатное**.

Заявки принимаются до 9.03.2004 г. по E-mail: [info@vdmals.kiev.ua](mailto:info@vdmals.kiev.ua) или факсу: **(044) 227-3668**.

**В заявке просим указать:** Ф.И.О., должность, место работы, E-mail, номер контактного телефона и факса.  
Зарегистрировавшиеся участники семинара обеспечиваются комплектом информационных материалов.

Программа семинара будет анонсирована в журнале **ЭКиС**  
и на сайте НПФ VD MAIS: [www.vdmals.kiev.ua](http://www.vdmals.kiev.ua)

Контактный телефон для справок: **(044) 227-4249**



**Electrontech expo**  
ЭлектронТехЭкспо

МІЖНАРОДНА ВИСТАВКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА  
ВИРОБІВ ЕЛЕКТРОННОЇ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ  
ПРОМИСЛОВСТІ

**18-21 травня  
2004**

РОСІЯ, МОСКВА  
СК “ОЛИМПИЙСКИЙ”

[www.primexpo.ru/electrontech](http://www.primexpo.ru/electrontech)

організатори:  

  
 Тел.: +7(812)380-6007  
 380-6003, 380-6000  
 Факс: +7(812)380-6001  
 e-mail: [electron@primexpo.ru](mailto:electron@primexpo.ru)

сумісно з:  



при офіційній підтримці:  

 Министерство промышленности,  
 науки и технологий РФ  

 Министерство экономического  
 развития и торговли РФ  

 РАСУ
 
 Федеральный фонд развития  
 электронной техники РФ

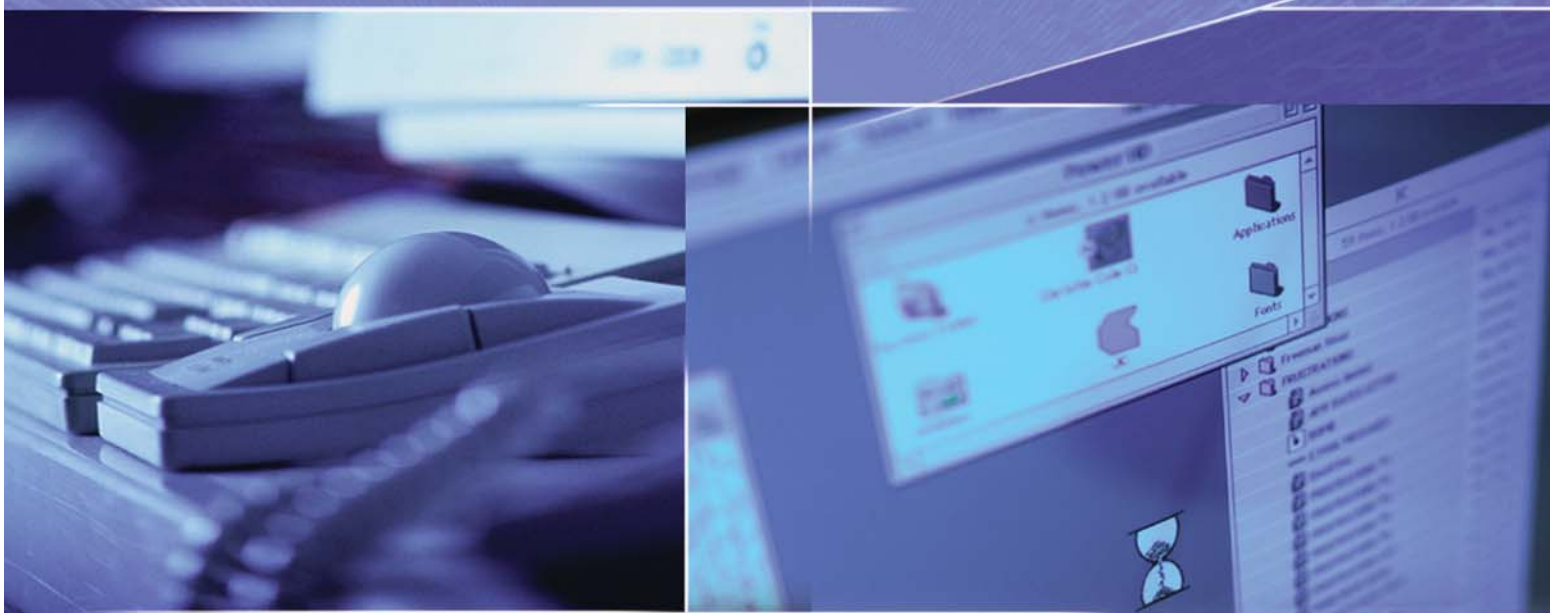


За підтримки Міністерства промислової політики України  
Державного комітету зв'язку та інформатизації України

**IX спеціалізована виставка**

# **ІнфоКом**

**17-20 березня, м. Дніпропетровськ, ПС "Метеор"**



## **Тематика експозиції:**

**КОМП'ЮТЕРИ та СОФТ  
ЗВ'ЯЗОК  
БАНК  
ОФІС  
ЕЛЕКТРОНІКА та ЕЛЕКТРОТЕХНІКА  
ТЕЛЕРАДІОКОМ**

У рамках виставки галузеві семінари  
"Інформаційне забезпечення  
та автоматизація  
керування підприємством"

"Нові рішення для  
корпоративних  
систем зв'язку"

Офіційні інформаційні спонсори



**Організатор: Бізнес-центр «КОМІНФО»**

49000, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 77

тел.: (056) 778-05-77, 370-14-14, (0562) 32-47-48, 32-18-43

e-mail: [cominfo@cominfo.dp.ua](mailto:cominfo@cominfo.dp.ua), <http://www.cominfo.dp.ua>





## БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Май 2003

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

### В этом номере

Счетверенные 8-разрядные АЦП .....	16
Быстродействующие 12-разрядные АЦП .....	16
Передающие ЦАП сигналов промежуточной частоты .....	17
Миниатюрные кристаллы в микрочипах .....	18
Быстродействующие синтезаторы прямого цифрового синтеза .....	19
Таблица параметров быстродействующих преобразователей .....	20
Приемники сигналов промежуточной частоты ...	22
Микросхемы интерфейсов смешанных сигналов .....	23
Микросхема быстродействующего сдвоенного интерфейса ...	24
12-разрядный процессор для обработки изображений .....	25
Средства отладки быстродействующих АЦП ..	26

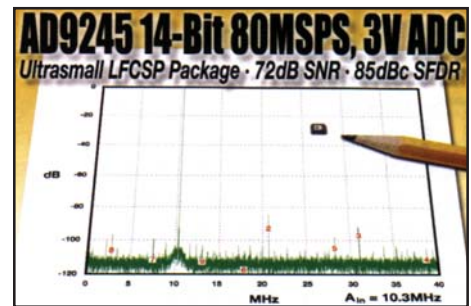
### СЕМЕЙСТВО БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ АЦП С РАЗРЕШЕНИЕМ 14 РАЗРЯДОВ

В программе фирмы Analog Devices широко представлены быстродействующие миниатюрные АЦП, имеющие широкий динамический диапазон. В их число входят и 14-разрядные АЦП. Основное назначение данных АЦП – обработка изображений в медицинской аппаратуре, а также создание на их основе приемопередатчиков для систем связи нового поколения, отличающихся широким диапазоном неискаженного сигнала. Семейство 14-разрядных АЦП фирмы Analog Devices постоянно расширяется, пополняясь новыми ИМС, которые предназначены для использования в новых разработках.



Самым новым в семействе 14-разрядных преобразователей является АЦП AD9245 с частотой выборки 80 МГц и напряжением питания 3.3 В. Подобно преобразователю AD9244 этот АЦП имеет отличные динамические характеристики и низкое потребление, но в отличие от предыдущей модели AD9245 выпускается в сверхминиатюрном корпусе 32-LFCSP размерами 5x5 мм.

Преобразователь AD6645 предназначен для применения в современных системах телекоммуникаций. Динамический диапазон неискаженного сигнала этого АЦП составляет 100 дБ, частота выборки 105 МГц. Преобразователь AD9243 предназначен для медицинской аппаратуры с широким динамическим диапазоном. Отношение сигнал/шум этого АЦП составляет 79 дБ, частота выборки – более 3 МГц.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- приемопередатчики нового поколения
- средства телекоммуникаций
- медицинская аппаратура
- измерительные приборы
- радары и системы обработки изображений в инфракрасной области спектра

#### AD9240/AD9241/AD9243

- отношение сигнал/шум 79 дБ

#### AD9244/AD9245

- низкое потребление, отличные характеристики

#### AD9245

- отношение сигнал/шум 72 дБ, тип корпуса 32-LFCSP

#### AD6645

- динамический диапазон неискаженного сигнала 100 дБ



Перевод с английского  
В. Романова

\* Цена FOB USA  
в партии 1000 штук

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Мощность потребления, мВт	Частотный диапазон, МГц	Отношение сигнал/шум, дБ	Стоимость *, \$
AD9241/43/40	14	1.25/3/10	65/110/285	25/40/70	75.5/79/78.5	13.60
AD7484	14	3	90	40	77.0	19.00
AD6644	14	40/65	1300	250	73.5	29.00
AD9244	14	40/65	400/550	750	75.0	20.91
AD9245	14	80	450	500	72.0	38.00
AD6645	14	80/105	1500	270	74.5	54.00

**Решение**

Преобразователь AD9289 – 8-разрядный счетверенный АЦП с частотой выборки 65 МГц и последовательным LVDS интерфейсом. В АЦП осуществляется умножение частоты тактовых импульсов для обеспечения высокой скорости передачи данных в соответствии с требованиями, предъявляемыми к LVDS-интерфейсу. Максимальная скорость передачи выходных данных составляет 520 Мбит/с (8 бит×65 МГц). Напряжение питания AD9289 составляет 3.0 В, тип корпуса 64-миниBGA (64-CSP\_BGA).

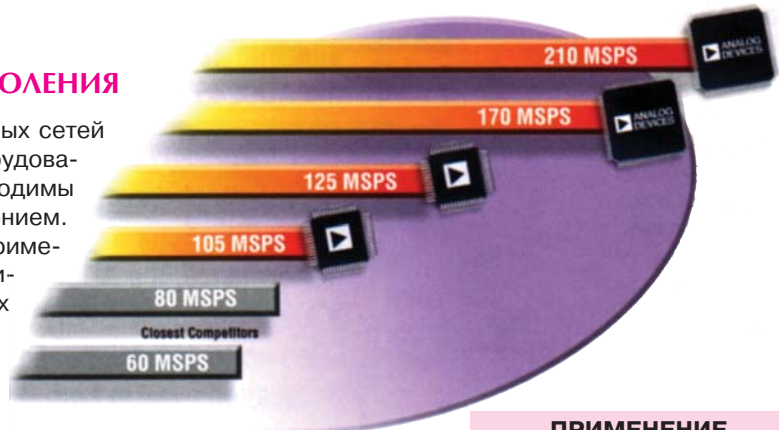
**СЧЕТВЕРЕННЫЙ АЦП В МИНИАТЮРНОМ КОРПУСЕ**

Размещение большого числа АЦП на одной печатной плате вызывает затруднения при объединении выходных шин данных и проектировании такой платы в целом. Кроме обеспечения высокой плотности компоновки преобразователей на одной печатной плате необходимо, чтобы эти АЦП имели высокое быстродействие и низкое потребление без ухудшения остальных технических характеристик.

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Мощность потребления, мВт	Частотный диапазон, МГц	Отношение сигнал/шум, дБ
AD9289	4×8	65	330	400	47.5

**12-РАЗРЯДНЫЕ АЦП НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Разработчикам современных беспроводных сетей и другого телекоммуникационного оборудования, а также тестовой аппаратуры необходимы широкополосные АЦП с высоким разрешением. Кроме того, такие АЦП необходимы для применения в системах с быстрой обработкой цифровых сигналов, в цифровых приемниках сигналов промежуточной частоты и т. п. Этим требованиям отвечают новые быстродействующие 12-разрядные АЦП фирмы Analog Devices.



**Решение**

Преобразователь AD9430 фирмы Analog Devices – лучший в своем классе 12-разрядный АЦП. Частота выборки этого АЦП составляет 210 МГц, что вдвое превышает частоту выборки ближайшего аналога. Частотный диапазон сигналов полной мощности для данного АЦП составляет 700 МГц. Преобразователь AD9430, наряду с другими АЦП этого семейства, относится к лучшим на сегодняшний день промышленным преобразователям и предназначен для решения широкого круга задач.

**ПРИМЕНЕНИЕ**

- беспроводные широкополосные системы связи
- широкополосные ЧМ-системы
- сотовые системы связи типа “точка-точка”
- радары и спутниковые системы наведения
- телекоммуникационное тестовое оборудование
- ультразвуковая аппаратура

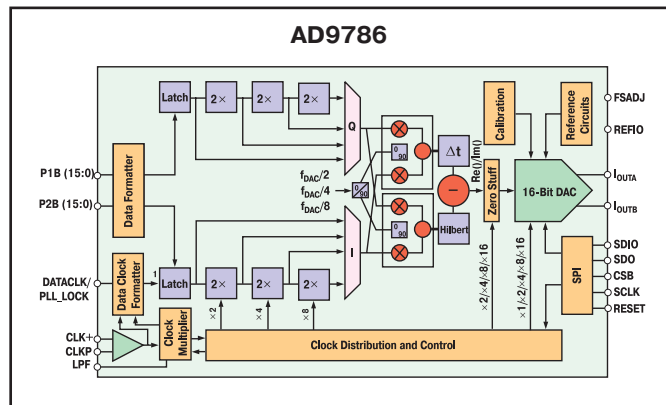
Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Мощность потребления, мВт	Частотный диапазон, МГц	Отношение сигнал/шум, дБ	Стоимость, \$
AD9235	12	20/40/65	90/165/300	500	70	12.38
AD9226	12	65	475	750	68	15.95
AD6640	12	65	710	300	67.5	32.80
AD9236	12	80	400	500	68	23.21
AD9432	12	80/105	790/850	500	67	23.75
AD9433	12	105/125	1275/1350	750	67	59.97
AD9430	12	170/210	1100/1300	700	65	75.00

## НОВЫЙ ПЕРЕДАЮЩИЙ ЦАП СИГНАЛОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ С МУЛЬТИНЕСУЩИМИ

Одна из основных проблем в области создания систем передачи данных заключается в разработке гибкой платформы, поддерживающей архитектуры с мультинесущими и отвечающей требованиям современных стандартов для беспроводных систем передачи данных. В программируемых системах передачи радиосигналов уменьшились габариты аппаратных узлов, снизилась стоимость и увеличилась надежность и гибкость, в то же время возросли требования к параметрам передающего звена, в частности, к передающим ЦАП. В системах с мультинесущими основные параметры определяются уровнем шумов и интермодуляционных искажений ЦАП. Кроме того, передающие ЦАП в радиосистемах цифровой передачи данных должны обеспечивать возможность синтеза выходных сигналов с целью исключения паразитных высокочастотных составляющих и снижения требований к высокочастотным фильтрам.

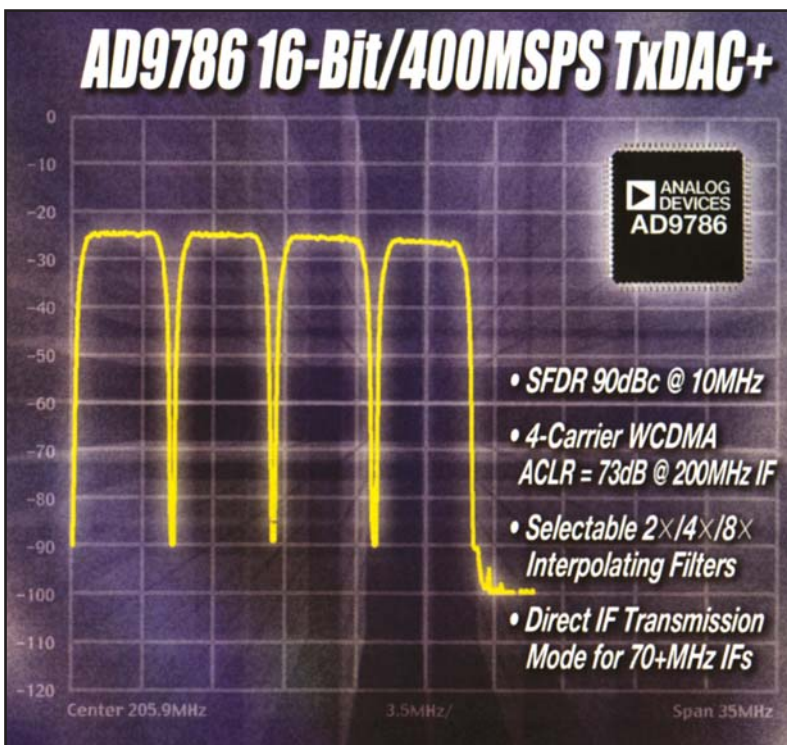


Преобразователь AD9786 был специально разработан для систем телекоммуникаций с мультинесущими, выполненных в соответствии с требованиями стандартов GSM/EDGE, WCDMA, CDMA2000. В этих системах уровни шумов и интермодуляционных искажений должны быть сведены к минимуму. Фирма Analog Devices разработала семейство передающих TxDAC+ для обеспечения требований, предъявляемых к таким системам телекоммуникаций. Новый преобразователь в семействе TxDAC+ имеет спектральную плотность шума -163 дБм/Гц, что лучше, чем в ближайшем аналоге. Интермодуляционные искажения этого ЦАП в полосе до 300 МГц составляют 80 дБн, что обеспечивает ослабление перекрестной помехи от соседних несущих на уровне 73 дБ (для систем типа WCDMA с четырьмя несущими на промежуточной частоте 200 МГц).



AD9786

\$ 46.71



**МИНИАТЮРНЫЕ ЦАП ОБЕСПЕЧИВАЮТ ОТЛИЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРТАТИВНЫХ ПРИБОРОВ**

**Р**азмеры печатных плат портативных приборов постоянно уменьшаются. При этом, уменьшение размеров должно сопровождаться снижением стоимости систем в целом. Однако уменьшение размеров и снижение стоимости электронной аппаратуры не должно приводить к ухудшению ее технических характеристик. Во многих портативных приборах необходимо применение миниатюрных ЦАП с отличными параметрами, широким динамическим диапазоном и низким потреблением. Одним из вариантов решения проблемы является создание заказной БИС, в составе которой содержатся ЦАП и цифровые узлы. Однако создание заказных БИС требует больших временных и стоимостных затрат.



В программе фирмы Analog Devices имеются сверхминиатюрные ЦАП, что позволяет разработчикам в сжатые сроки выполнить разработку законченного изделия. AD9740/AD9742/AD9744/AD9748 – семейство совместимых по выводам ЦАП в корпусах типа 32-LFCSP. Корпус типа LFCSP имеет размеры 5x5 мм, что на 60 % меньше корпуса типа TSSOP и на 87 % меньше корпуса типа SOIC. Уменьшение размеров корпуса не отразилось на параметрах ЦАП. Все четыре преобразователя имеют напряжение питания 3 В, обладают низким потреблением и хорошими динамическими характеристиками. Данные ЦАП, кроме того, могут управляться тактовыми синусоидальными сигналами, сигналами с уровнями КМОП или ЭСЛ. В последнем случае конфигурирование обеспечивается внутри ИМС, что позволяет упростить проектирование печатной платы. В программе фирмы Analog Devices имеются и другие ЦАП в корпусе LFCSP с разрешением 10, 12 или 14 разрядов.



Тип ЦАП	Разрешение, бит	Частота смены кода, МГц	Динамический диапазон неискаж. сигнала на частоте 2...40 МГц, дБ	Напряжение питания, В	Макс. мощность рассеяния, мВт/ЦАП	Стоимость, \$
AD9748	8	165	55	2.7...3.6	135	2.95
AD9740	10	165	67	2.7...3.6	135	4.95
AD9742	12	165	70	2.7...3.6	135	6.95
AD9744	14	165	73	2.7...3.6	135	9.00



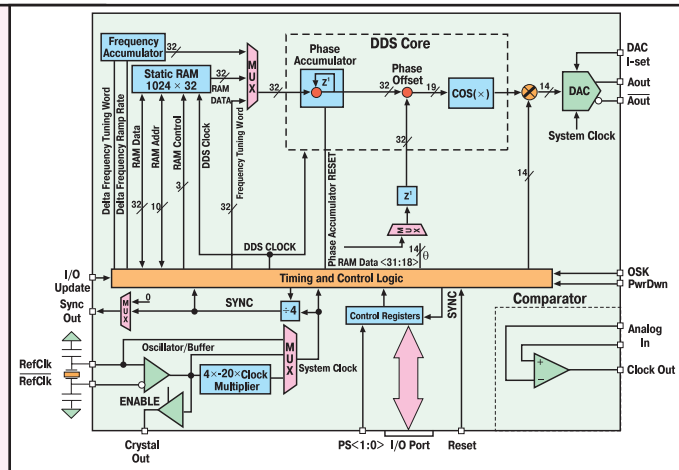
## НОВЫЕ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ СИНТЕЗАТОРЫ ПРЯМОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗА ИМЕЮТ МАЛУЮ МОЩНОСТЬ РАССЕЯНИЯ

Такие преимущества синтезаторов прямого цифрового синтеза как перестройка фазы и частоты, качание частоты, низкий уровень фазовых шумов, цифровое управление позволяют широко использовать эти устройства в телекоммуникациях и приборостроении. Однако высокая мощность рассеяния быстродействующих синтезаторов прямого цифрового синтеза ограничивала возможность их применения в портативных устройствах. Цифровые синтезаторы с тактовой частотой 300 МГц до последнего времени имели мощность рассеяния не менее 2 Вт.



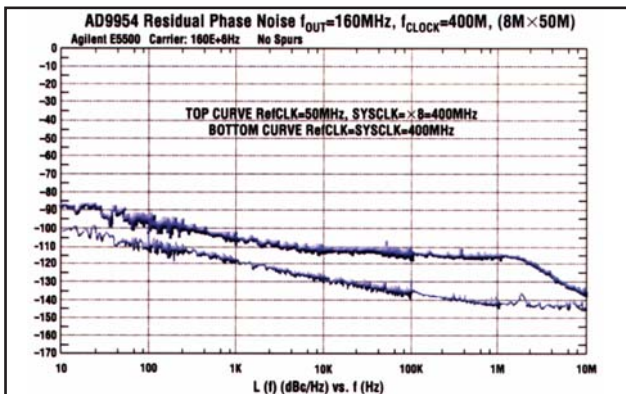
Фирма Analog Devices разработала новое семейство AD995x синтезаторов прямого цифрового синтеза, отличающихся высокими техническими характеристиками, в том числе высоким быстродействием и низким потреблением. Один из лучших представителей этого семейства – AD9954 – при тактовой частоте 400 МГц рассеивает не более 200 мВт. В этом синтезаторе обеспечивается качание частоты, управление амплитудой, выборка нужного участка функции из памяти объемом 1024×32 бит. В составе синтезатора 14-разрядный ЦАП, внутренний осциллятор и умножитель тактовой частоты, а также быстродействующий компаратор, который позволяет расширить функциональные возможности данного устройства как источника тактовых сигналов. Синтезаторы семейства AD995x имеют напряжение питания 1.8 В и обеспечивают широкий выбор оптимальных (с учетом стоимости) характеристик при системном проектировании. Семейство новых синтезаторов фирмы Analog Devices обладает преимущественностью технических параметров по отношению к уже находящимся на рынке электронных компонентов синтезаторам, но отличается от последних низкой мощностью рассеяния.

Функциональная схема AD9954



Наименование параметра	Тип синтезатора				
	AD9951	AD9952	AD9953	AD9954	AD9859
Макс. тактовая частота, МГц	400	400	400	400	400
Разрешение ЦАП, бит	14	14	14	14	10
Тип интерфейса	последовательный				
Напряжение питания, В	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Мощность рассеяния, мВт	<200	<200	<200	<200	<200
Запоминание параметров фазы и частоты			✓	✓	
Автоматическое качание частоты				✓	
Наличие встроенного компаратора		✓		✓	
Стоимость, \$	13.75	15.50	14.75	17.25	9.75

Зависимость фазовых шумов AD9954 от частоты выходного сигнала



- 14-разрядный встроенный ЦАП
- мощность рассеяния 200 мВт при напряжении питания 1.8 В
- функции линейного и нелинейного качания частоты
- встроенная память объемом 1024×32 бит для хранения значений фазы и частоты

Подробную информацию о синтезаторах семейства AD995x можно получить в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/DDS](http://www.analog.com/DDS)



## ТАБЛИЦЫ ПАРАМЕТРОВ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

### Быстродействующие АЦП

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Напряжение питания, В	Мощность потребления, мВт	Особенности
AD9066	2×6	60	5	400	широкополосный
AD9280	8	32	3...5	95	совместим по выводам с AD876
AD9057	8	40/60/80	5	192/205/220	сдвоенная версия AD9059
AD9283	8	50/80/100	3.3	80/90/90	совместим по выводам с AD9057
AD9054A	8	135/200	5	600/640	демультиплексор на выходе
AD9480	8	250	3.3	425	совместим по выводам с AD9054A
AD9281	2×8	28	3...5	225	одна шина данных
AD9059	2×8	60	5	400	одна тактовая частота
AD9288	2×8	40/80/100	3.3	156/171/180	2 тактовые частоты, 2 шины данных
AD9483	3×8	100/140	5	1000	RGB-входы
AD9289	4×8	65	3	330	последовательный LVDS-интерфейс
AD9200	10	20	3...5	80	совместим по выводам с AD876
AD9203	10	40	3.3	74	внутреннее ограничение
AD9051	10	60	5	250	выбор полосы входного сигнала
AD9214	10	65/80/105	3.3	190/250/285	совместим по выводам с AD9235
AD9215	10	65/80/105	3.3	75/90/120	совместим по выводам с AD9235
AD9070	10	100	5 или -5	600	ЭСЛ-выходы
AD9071	10	100	5	450	ТТЛ-выходы
AD9410	10	210	3.3, 5	2100	демультиплексор на выходе
AD9201	2×10	20	3...5	215	совместим по выводам с AD9281
AD9218	2×10	40/65/80/105	3.3	350/550	совместим по выводам с AD9288
AD6600	11	20	5	775	двухканальный АЦП
AD9220/25/24/26	12	10/25/40/65	5	250/290/415/475	совместимые по выводам АЦП
AD9235/36	12	20/40/65/80	3.3	90/165/300/400	совместим по выводам с AD9215
AD9042	12	41	5	595	для военной промышленности
AD6640	12	65	5	710	для систем с мультинесущими
AD9432	12	80/105	5	790/850	для широкополосных систем
AD9433	12	105/125	5	1275/1350	совместим по выводам с AD9432
AD9430	12	170/210	3.3	1100/1300	демультиплексор на выходе
AD9238	2×12	20/40/65	3	180/330/600	сдвоенная версия AD9235
AD9241/43/40	14	1.25/3.0/10	5	65/110/285	совместимые по выводам АЦП
AD6644	14	40/65	5	1300	часть SoftCell-чипсета
AD9244	14	40/65	5	400/550	совместим по выводам с AD9226
AD9245	14	80	3.3	450	совместим по выводам с AD9235/36
AD6645	14	80/105	5	1500	совместим по выводам с AD6644
AD9260	16	2.5	5	600	АЦП со сверхвыборкой

### Быстродействующие ЦАП (начало)

Тип ЦАП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Напряжение питания, В	Мощность потребления, мВт	Особенности
AD9708	8	125	3...5	175	недорогой TxDAC
AD9709	2×8	125	3 или 5	380	рассогласование каналов 0.1 %
AD9740	10	165	3	80	TxDAC третьего поколения
AD9750	10	125	5	190	недорогой TxDAC второго поколения
AD9751	10	300/150	3	180	широкополосный многоканальный порт

**Быстродействующие ЦАП (окончание)**

Тип ЦАП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Напряжение питания, В	Мощность потребления, мВт	Особенности
AD9761	2×10	40	3 или 5	200	недорогой, интерполирующий ЦАП
AD9763	2×10	125	3 или 5	380	рассогласование каналов 0.1 %
AD9742	12	165	3	115	TxDAC третьего поколения
AD9752	12	125	5	185	TxDAC второго поколения
AD9753	12	300/150	3	180	широкополосный многоканальный порт
AD9765	2×12	125	3 или 5	380	сдвоенный, согласование каналов 0.1 %
AD9773	12×12	160/400	3	1200	интерполирующий сдвоенный TxDAC+
AD9774	14	32/128	3 или 5	945	интерполирующий ЦАП
AD9744	14	165	3	115	TxDAC третьего поколения
AD9754	14	125	5	185	TxDAC второго поколения
AD9755	14	300/150	3	180	широкополосный многоканальный порт
AD9772A	14	160/400	3	250	интерполирующий TxDAC+
AD9767	2×14	125	3 или 5	380	сдвоенный, согласование каналов 0.1 %
AD9775	2×14	160/400	3	1200	интерполирующий сдвоенный TxDAC+
AD9786	16	160/400	2.5, 3	1000	малощумящий интерполирующий TxDAC+
AD9777	2×16	160/400	3	1200	интерполирующий сдвоенный TxDAC+

**Синтезаторы прямого цифрового синтеза**

Тип синтезатора	Тактовая частота, МГц	Напряжение питания, В	Мощность рассеяния, мВт	Особенности
AD9832	25	3.3, 5	120	миниатюрный корпус, последоват. вход
AD9831	25	3.3, 5	120	низкое потребление, невысокая стоимость
AD9833	25	2.5...5.5	20	корпус 10-MSOP, потребление 20 мВт
AD9834	50	2.5...5.5	25	корпус 20-TSSOP, потребление 25 мВт
AD9835	50	5	200	миниатюрный корпус, невысокая стоимость
AD9830	50	5	300	параллельный вход, невысокая стоимость
AD9850	125	5	480	встроенный компаратор
AD9851	180	3, 3.3, 5	650	встроенный компаратор
AD9852/54	300	3.3	1200	встроенный ЦАП и компаратор
AD9858	1000	3.3	2000	частота выборки 1 ГГц, встроенный ЦАП
AD9951	400	1.8	<200	встроенный ЦАП, последоват. интерфейс
AD9952	400	1.8	<200	встроенный ЦАП, последоват. интерфейс
AD9953	400	1.8	<200	встроенный ЦАП, последоват. интерфейс
AD9954	400	1.8	<200	встроенный ЦАП, последоват. интерфейс
AD9859	400	1.8	<200	встроенный ЦАП, последоват. интерфейс
AD9856/57	200	3.0/3.3	1.6/2.0	квадратурный повышающий преобразователь

**Интерфейсы смешанных сигналов**

Тип интерфейса	Напряжение питания, В	Макс. мощность рассеяния, мВт	Разрешение АЦП, бит	Частота выборки АЦП, МГц	Разрешение ЦАП, бит	Частота выборки ЦАП, МГц
AD9860	3.3	1000	10	64	12	128
AD9862	3.3	1000	12	64	14	128
AD9875	3.3	700	10	55	10	128
AD9975	3.3	700	10	55	10	128
AD9876	3.3	700	12	55	12	128
AD9877	3.3	1000	1×12 2×8	33 16.5	12	232
AD9879	3.3	650	1×12 1×10 2×7	33 33 16.5	12	232
AD9874	3.3	60	16	18	–	–

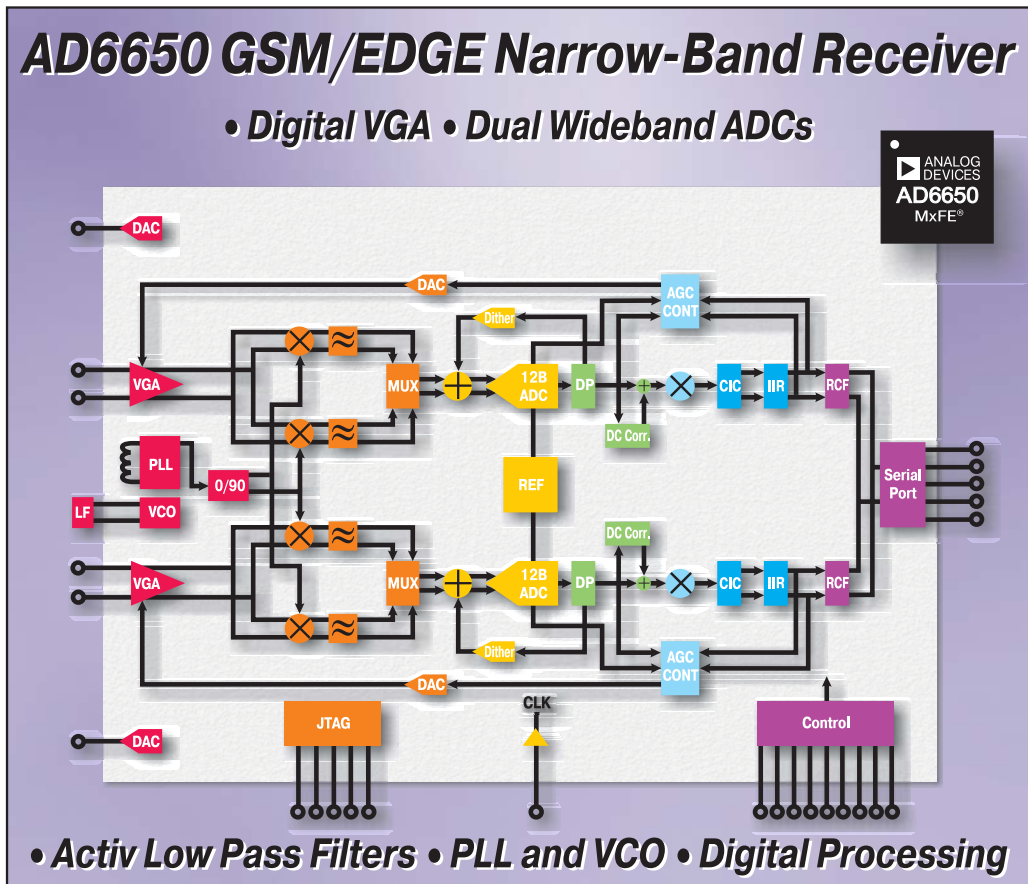
**ПЕРВЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПРИЕМНИК СИГНАЛОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ**

**Р**ынок GSM/EDGE систем связи продолжает развиваться. Разработчики базовых станций стремятся снизить стоимость своих разработок не менее чем на 50 % без ухудшения технических характеристик. Эта цель может быть достигнута путем применения элементной базы, в которой использованы новые схемотехнические решения.



AD6650 представляет собой узкополосный приемник сигналов промежуточной частоты, который содержит усилители с программно управляемым коэффициентом усиления, активные НЧ-фильтры, два АЦП, ГУН, ФАПЧ и блоки обработки, позволяющие снизить стоимость устройства и обеспечивающие высокий уровень технических характеристик. Этот приемник предназначен для приема сигналов промежуточной частоты в диапазоне от 70 до 300 МГц. Для обеспечения его работы требуется только один внешний компонент – ПАВ-фильтр, – чтобы удовлетворить требования GSM/EDGE-стандартов. Приемник AD6650 заменяет пять активных и два пассивных компонента, что позволяет снизить стоимость устройства в целом и уменьшить габаритные размеры печатной платы.

Кроме перечисленных устройств новый приемник включает программируемое АРУ для быстро- и медленнозатухающих сигналов, а также блок цифровой коррекции смещения нуля. Данный приемник, выполненный в виде ИМС, является частью чипсета приемника-передатчика в стандарте GSM/EDGE, в состав которого входят следующие устройства: усилители и смесители сигналов высокой и промежуточной частоты, приемники и передатчики синтезируемых перестраиваемых частот, модуляторы широкополосных сигналов и др.



Подробную информацию о приемнике AD6650 можно получить в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/MxFE](http://www.analog.com/MxFE)

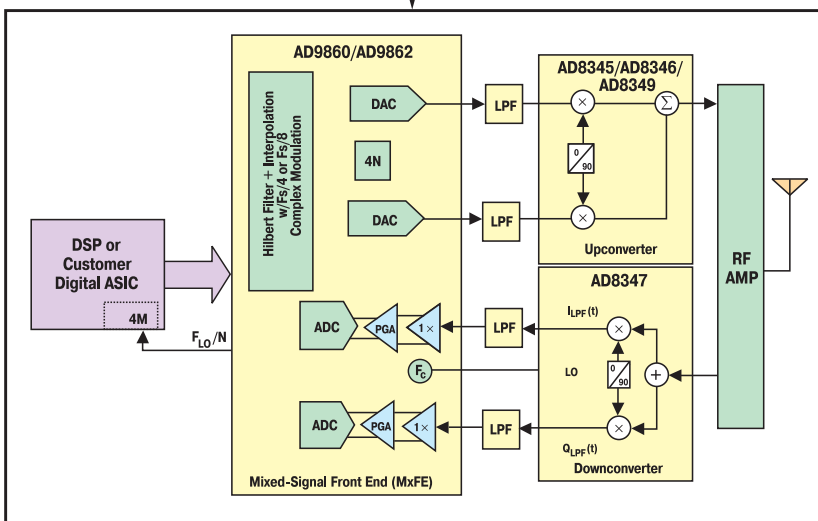
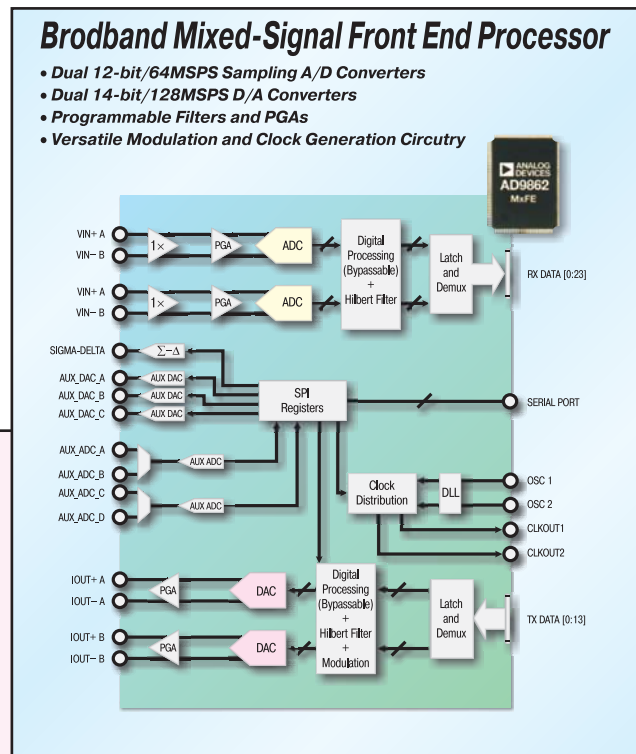


## НЕДОРОГИЕ МИКРОСХЕМЫ ИНТЕРФЕЙСОВ СМЕШАННЫХ СИГНАЛОВ

Разработчики беспроводных средств телекоммуникаций постоянно стремятся уменьшить размеры и снизить стоимость новых изделий. Однако достижение этой цели не должно отразиться на параметрах и, прежде всего, на динамических характеристиках проектируемых устройств. Узким местом при решении такой задачи являются ИМС, предназначенные для преобразования и обработки смешанных сигналов.



Интерфейсы смешанных сигналов позволяют оптимально распределить функции между компонентами систем телекоммуникаций. Такое распределение функций между СБИС должно учитывать следующие факторы: цифровые СБИС и СБИС для обработки смешанных сигналов должны быть выполнены на основе технологий, обеспечивающих наиболее высокие технические характеристики; должен быть сведен к минимуму риск отказов и сбоев проектируемого устройства; должны быть обеспечены минимальные размеры и стоимость компонентов. Однако выполнение перечисленных требований – это всего лишь частичное решение проблемы. Необходимо, прежде всего, выбрать оптимальную архитектуру проектируемого изделия. Микросхемы интерфейсов смешанных сигналов AD9860 и AD9862 спроектированы с использованием оптимальной архитектуры системы, что обеспечивает уменьшение стоимости системы в целом. В состав интерфейсов AD9860/AD9862 включены АЦП с разрешением 10/12 двоичных разрядов, что обеспечивает прием I/Q сигналов в широком частотном диапазоне или в диапазоне промежуточной частоты. Преобразователи могут кодировать сигналы промежуточной частоты в диапазоне до 250 МГц, тем самым исключается необходимость введения в состав приемопередатчика дополнительных блоков. Передающие узлы интерфейсов AD9860/AD9862 содержат 12-/14-разрядные ЦАП с частотой выборки 128 МГц, усилители с программируемым коэффициентом усиления, интерполяционные фильтры и фильтры Гильберта, цифровые смесители комплексных и реальных сигналов. Наличие встроенного синтезатора прямого цифрового синтеза и квадратурного модулятора позволяет исключить традиционные для супергетеродинного передатчика блоки ГУН и смесителя. Такое архитектурное решение существенно упрощает схему передатчика и уменьшает ее стоимость.



Подробную информацию об интерфейсах смешанных сигналов AD986x можно найти в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/MxFE](http://www.analog.com/MxFE)

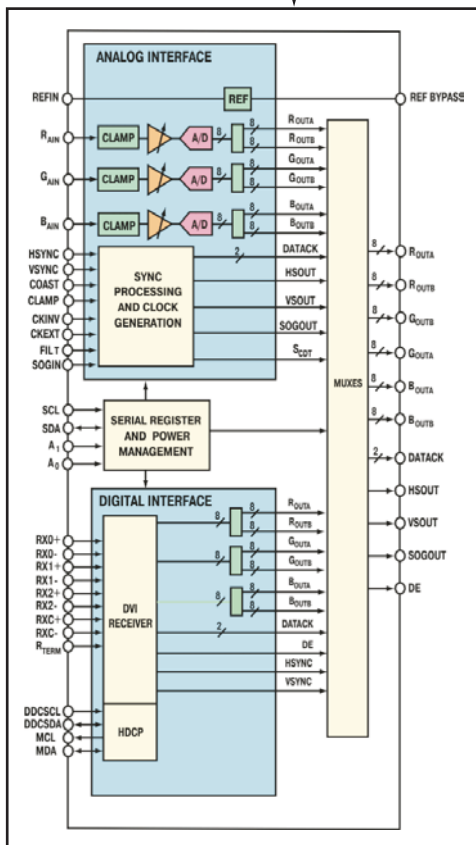


**МИКРОСХЕМА СДВОЕННОГО ИНТЕРФЕЙСА AD9887A ДЛЯ ПЛОСКИХ ЖК-ДИСПЛЕЕВ**

**В**ыпуск жидкокристаллических дисплеев растет даже в условиях экономического спада и, по мнению специалистов, в ближайшие три года увеличится не менее чем в два раза. В связи с этой тенденцией производители интерфейсов для ЖКД стремятся обеспечить полную совместимость своих устройств с миллиардами уже выпущенных дисплеев и теми, которые находятся на стадии разработки. Кроме того, такие интерфейсы должны быть защищены от пиратского копирования.



AD9887A – самый новый сдвоенный интерфейс фирмы Analog Devices, представляющий собой быстродействующий АЦП и предназначенный для использования в плоских ЖК-дисплеях. AD9887A сочетает аналоговый интерфейс и цифровой приемник сигналов визуализации и обеспечивает разрешение 1600x1200 пикселей в стандарте UXGA. Аналоговый интерфейс поддерживает совместимость с более чем миллионом типов ПК, которые имеются сегодня на мировом рынке компьютеров. Цифровой интерфейс поддерживает стандарт DVI (версия 1), в соответствии с которым работают современные ЖКД, проекторы, телевизоры высокой четкости. Наличие цифрового узла защиты в составе интерфейса AD9887A не позволяет использовать вместо него пиратские копии других производителей.



**ПРИМЕНЕНИЕ**

- AD9887AKS-100
- AD9887AKS-140
- AD9887AKS-170

- телевизионные приемники высокой четкости \$ 9.54
- ЖК-мониторы \$ 10.90
- проекторы \$ 17.75
- плазменные дисплеи

Подробную информацию об интерфейсе AD9887A можно получить в сети Интернет по адресу:  
[www.analog.com/flatpanel](http://www.analog.com/flatpanel)

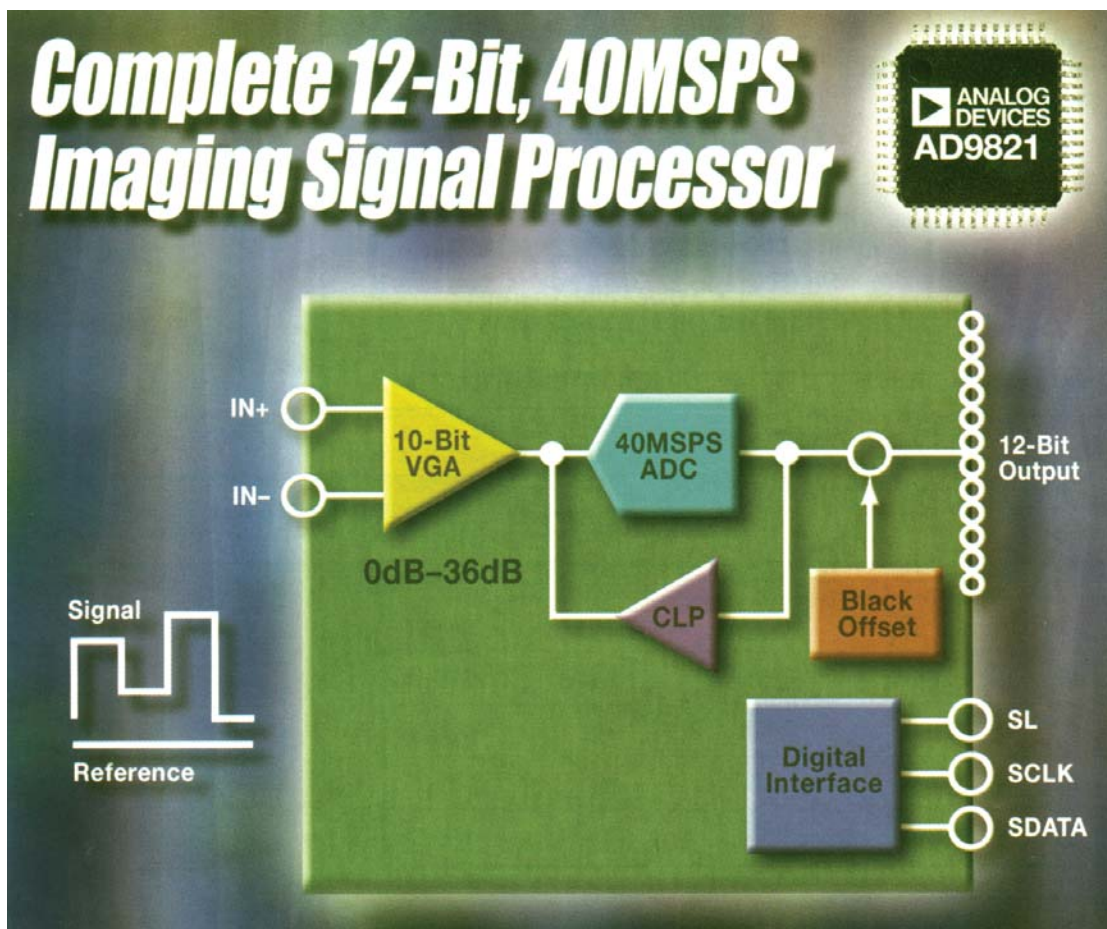
## ПЕРВЫЙ 12-РАЗРЯДНЫЙ ЦИФРОВОЙ ПРОЦЕССОР ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Как известно, КМОП-сенсоры изображений имеют лучшие характеристики, чем аналогичные сенсоры на основе ПЗС-структур. Например, с помощью КМОП-сенсоров можно сканировать с высоким разрешением отдельные части отображаемого объекта. ПЗС-сенсоры не позволяют обеспечить частичную визуализацию объекта без дополнительной аппаратуры из-за последовательного считывания выходных данных. Следует отметить, что для улучшения характеристик ПЗС-сенсоров (получивших широкое распространение на рынке электронных компонентов) производятся специальные аналоговые интерфейсы. В то же время аналогичные интерфейсы для КМОП-сенсоров изображений, которые бы позволили улучшить качество этих сенсоров, до последнего времени не производились.



AD9821 – специализированный аналоговый процессор, позволяющий обрабатывать сигналы быстродействующих КМОП-сенсоров изображения. Применение этого процессора в качестве интерфейса КМОП-сенсора позволяет сократить время, затрачиваемое на разработку аналогичного устройства на дискретных компонентах. AD9821 отвечает всем требованиям, предъявляемым к интерфейсным устройствам сенсоров изображений. Его применение позволяет улучшить параметры, снизить стоимость и уменьшить габаритные размеры проектируемого устройства в целом.

AD9821 содержит 12-разрядный АЦП с частотой преобразования 40 МГц, к которому через дифференциальный вход подключается КМОП-сенсор изображения. AD9821 выполнен в миниатюрном корпусе 48-LFCSFP размерами 7×7 мм, что особенно важно для портативных устройств. Интерфейс имеет ограничение уровня черного, включает усилитель с программируемым коэффициентом усиления (разрешение кода управления 10 бит), что позволяет изменять этот коэффициент в диапазоне от 0 до 36 дБ. Низкая мощность рассеяния (122 мВт) обеспечивает экономию ресурса батарейного питания.



AD9821

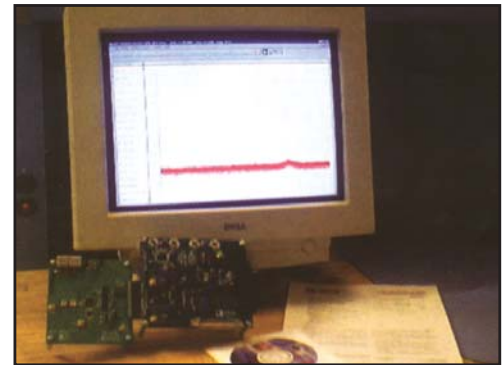
\$ 13.02

## СРЕДСТВА ОТЛАДКИ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

**Е**сли у разработчика возникают трудности в выборе необходимого преобразователя или синтезатора, он может воспользоваться отладочным набором фирмы Analog Devices. Это позволяет существенно сократить время разработки законченного изделия.



Новый оценочный набор для отладки быстродействующих АЦП содержит FIFO-память для записи данных с выхода АЦП. Оценочная плата, входящая в состав набора, подключается к ПК с помощью стандартного кабеля. Работа платы поддерживается прикладным ПО Analyzer фирмы Analog Devices, предназначенным для быстрой оценки работоспособности АЦП. Пользователь может проверить работу АЦП в режиме БПФ при различных тактовых частотах, а также оценить такие параметры АЦП, как отношение сигнал/шум, отношение сигнал/шум плюс искажения, динамический диапазон неискаженного сигнала и нелинейные искажения.



### Оценочный набор AD985x/PCB для синтезатора сигналов включает:

- оценочную плату
- прикладное ПО на CD-ROM в среде Windows 95/98/2000
- инструкцию пользователя

### Оценочный набор для проверки АЦП AD9xxx/PCB включает:

- оценочную плату АЦП
- инструкцию по эксплуатации

### Оценочный набор для проверки АЦП HSC-ADC-EVAL-SC/DC включает:

- плату FIFO-памяти
- прикладное ПО Analyzer на CD-ROM
- инструкцию по эксплуатации

### Оценочный набор может быть использован для проверки параметров следующих АЦП:

- AD9280
- AD9281
- AD9283
- AD9289
- AD920x
- AD9410
- AD921x
- AD922x
- AD923x
- AD943x
- AD924x
- AD664x
- AD9260

### Перечень информационных бюллетеней фирмы Analog Devices

- \* АЦП
- \* ЦАП
- \* Усилители
- \* Телекоммуникации
- \* ИМС для управления электропитанием и температурными режимами
- \* ИМС для оптических сетей


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

#### 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 Munchen  
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@vdmals.kiev.ua](mailto:info@vdmals.kiev.ua)  
Интернет:  
<http://www.vdmals.kiev.ua>

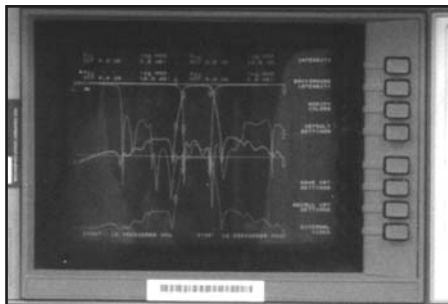




## ADSP-21262 – СИГНАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОР SHARC DSP ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ \*

### Особенности процессора ADSP-21262:

- \* тактовая частота 200 МГц, SIMD-архитектура ядра, производительность 1200 MFLOPS
- \* программная совместимость со всеми SHARC-процессорами
- \* 32-/40-разрядные операции с плавающей точкой и 32-разрядные операции с фиксированной точкой
- \* объем SRAM-памяти 2 Мбит
- \* скорость выборки из памяти 2.4 Гбит/с
- \* объем масочной программируемой ROM-памяти 4 Мбит
- \* 22 канала прямого доступа к памяти
- \* шесть независимых последовательных портов обеспечивают 24 последовательных канала данных:
  - стандартный последовательный интерфейс, I<sup>2</sup>S-интерфейс, выделенная пара с выравниванием влево, TDM-режим
  - телефонные интерфейсы на 12 TDM-потоков в стандарте H.100 и H.110, обеспечивающие 128 каналов в одном фрейме
- \* последовательный SPI-совместимый интерфейс
- \* 16-разрядный параллельный порт
- \* цифровой интерфейс поддерживает работу:
  - 12 точных тактовых генераторов
  - входного порта данных, включая порт параллельной обработки данных
  - сигнального маршрутизатора
- \* ФАПЧ, обеспечивающий режимы деления/умножения базовой частоты
- \* четыре таймера, поддерживающие ШИМ-выход, измерение длительности сигналов, сторожевые функции
- \* тип корпуса 136-BGA (12x12 мм), 144-LQFP (20x20 мм)
- \* температурный диапазон – коммерческий и промышленный.



**Сигнальный процессор SHARC DSP ADSP-21262 благодаря высокой интеграции снижает стоимость системы, в которой он используется. Его назначение – системы широкого профиля**

### НЕДОРОГОЙ 32-РАЗЯДНЫЙ SHARC DSP С ПЛАВАЮЩЕЙ ТОЧКОЙ ОПТИМИЗИРОВАН ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ ТОЧНОСТИ

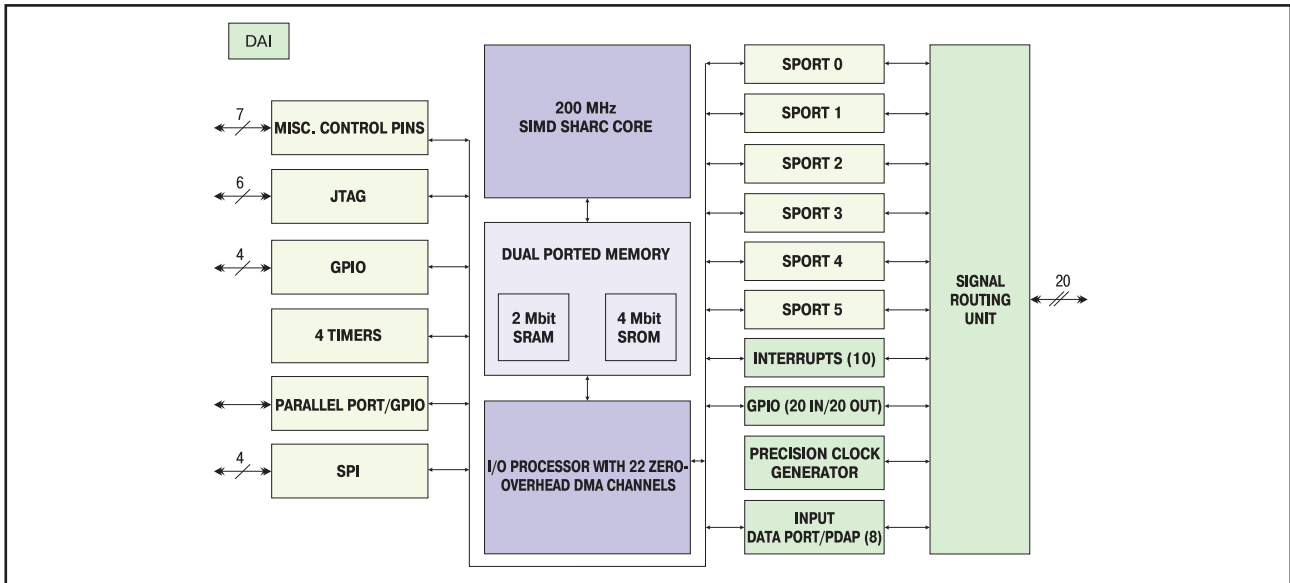
Процессор ADSP-21262 – первый DSP в составе SHARC-процессоров третьего поколения. Он производит высококачественную обработку данных в формате с плавающей точкой и за счет высокой интеграции обеспечивается минимальная стоимость системы, в которой используется DSP. Основное применение этого процессора – бытовая электроника, профессиональные аудиосистемы, автомобильная электроника, системы распознавания речи, медицинская аппаратура, измерительные приборы. В составе ADSP-21262 имеются встроенная память большого объема и широкий набор периферийных устройств, что позволяет сократить время разработки законченных систем и в целом уменьшить их стоимость.

Процессор имеет SIMD-архитектуру ядра, которое поддерживает выполнение 32-разрядных операций с фиксированной точкой и 32-/40-разрядных операций с плавающей точкой. На тактовой частоте 200 МГц БПФ-преобразование на 1024 точки выполняется за 46 мкс. SIMD-архитектура процессорного ядра позволяет вдвое увеличить эффективность обработки аудиосигналов.

### ИНТЕГРАЦИЯ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА ПАМЯТИ И ШИРОКОГО НАБОРА ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ В ОДНОМ DSP ОБЕСПЕЧИВАЕТ ВЫСОКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И НИЗКУЮ СТОИМОСТЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ СИСТЕМ

В состав процессора ADSP-21262 входят: двухпортовая SRAM-память объемом 2 Мбит и масочная программируемая ROM-память объемом 4 Мбит. Такой большой объем встроенной в процессор памяти позволяет исключить внешнюю память при обработке данных и выполнении операций ввода/вывода. Процессор содержит шесть полнодуплексных последовательных портов, четыре таймера, 16-разрядный параллельный порт, последовательный SPI-интерфейс, 22 канала прямого доступа к памяти и цифровой интерфейс, осуществляющий программное управление DSP через встроенный узел маршрутизатора.

\* Раздел подготовлен В. Романовым по материалам семинара фирмы Analog Devices, проходившего во Франкфурте-на-Майне 20-24 октября 2003 г.



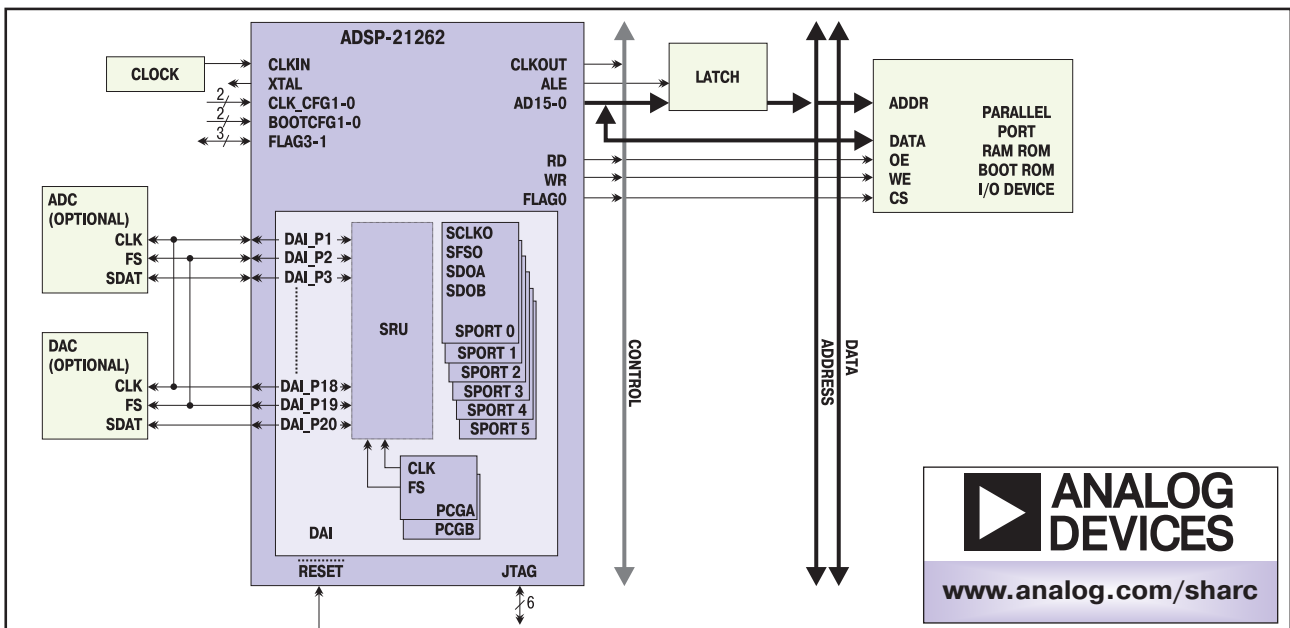
**Функциональная схема сигнального процессора ADSP-21262**

## НОВЫЙ ЦИФРОВОЙ ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ УПРОЩЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ВВОДА/ВЫВОДА

Процессор ADSP-21262 содержит цифровой интерфейс пользователя (Digital Application Interface – DAI), который обеспечивает программное управление периферией. Гибкость и простота программирования DSP в сочетании с интерфейсом пользователя позволяют легко конфигурировать процессор под решение конкретной задачи с учетом различного числа входов/выводов.

Гибкий встроенный маршрутизатор (Signal Routing Unit – SRU) обеспечивает совместимость всех компонентов, содержащих интерфейс пользователя и мар-

шрутизатор. Периферийные устройства, управляемые маршрутизатором: 12 точных тактовых генераторов, входной порт данных, шесть последовательных портов, шесть входных и шесть выходных флагов, а также три таймера. Входной порт данных обеспечивает дополнительный ввод данных в ядро процессора благодаря конфигурированию восьми каналов для приема последовательных данных или семи каналов для приема последовательных данных и одного канала для приема параллельного 20-разрядного кода данных.



**Функциональная схема включения процессора ADSP-21262, подтверждающая преимущество использования цифрового интерфейса пользователя**



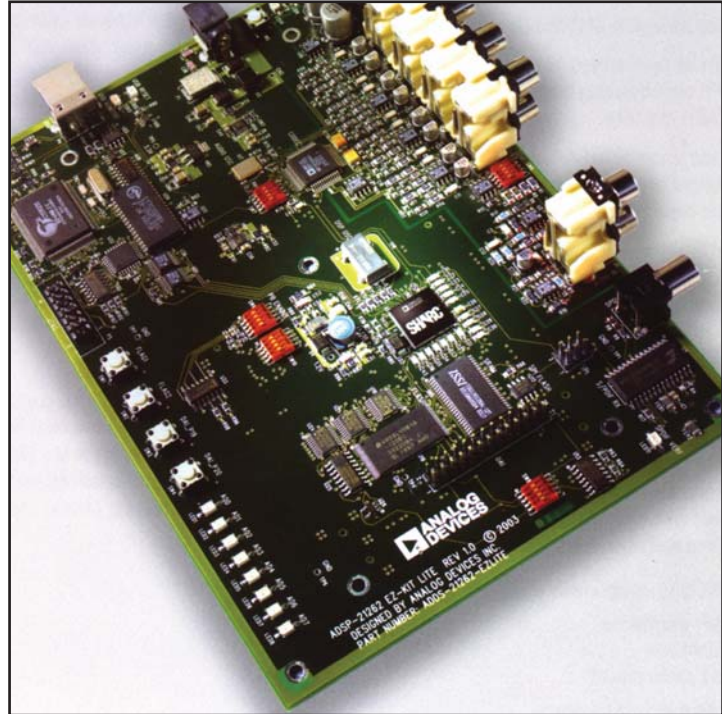
## ОТЛАДОЧНЫЙ КОМПЛЕКТ ADSP-21262 EZ-KIT LITE ДЛЯ НЕДОРОГОГО SHARC DSP

### Состав отладочного комплекта ADSP-21262 EZ-KIT Lite:

- \* сигнальный процессор ADSP-21262 SHARC
- \* FLASH-память объемом 1 Мх8 бит
- \* SRAM-память объемом 512 Кх8 бит
- \* SPI FLASH-память 512 кбит
- \* 24-разрядный сигма-дельта стереокодек AD1835 с полосой частот 96 кГц
- \* 4х2 RCA-гнездо для четырех каналов стереовыходов
- \* 1х2 RCA-гнездо для стереоаудиовхода
- \* разъем для подключения телефона к одному из стереовыходов
- \* SPDIF-приемник с RCA-гнездом
- \* USB-интерфейс
- \* 14-контактная колодка для подключения JTAG-эмулятора
- \* переключатель для измерения тока
- \* FLASH-утилита для загрузки программы во встроенную FLASH-память
- \* интерфейс с тремя разъемами для параллельного порта, флагов, пользовательского и SPI-интерфейсов
- \* 12 индикаторных светодиодов
- \* пять управляемых кнопок
- \* USB-кабель
- \* имеет CE-сертификат

### Особенности хост-ПК

- \* ПК с процессором типа Intel Pentium, 166 МГц и выше
- \* минимальный объем RAM-памяти 32 Мбайт
- \* программная среда Windows 98/2000/XP
- \* наличие USB-разъема



Отладочный комплект ADSP-21262 EZ-KIT Lite предназначен для эффективной отладки сигнального процессора SHARC DSP ADSP-21262. Отладка осуществляется с помощью ПК через USB-порт. Вместо компьютера можно использовать FLASH-память с последовательным интерфейсом. Для ускорения процесса отладки фирма Analog Devices по отдельному заказу поставляет JTAG-эмулятор. Отладочный комплект EZ-KIT Lite позволяет изучить особенности архитектуры и ПО сигнального процессора и ускорить процесс проектирования устройства или системы на базе SHARC DSP ADSP-21262. Комплект EZ-KIT Lite содержит отладочную плату с DSP ADSP-21262 и программную отладочную среду VisualDSP++, C/C++ компилятор, ассемблер и линкер. Поставляемая фирмой отладочная среда может использоваться только в составе комплекта EZ-KIT Lite.

**Електронні компоненти. Шафи і корпуси. Системи промавтоматики. Обладнання SMT. Вимірювальні прилади. Розробка, виготовлення і монтаж друкованих плат.**

**VD MAIS**

Україна, 01033 Київ, а/с 942, вул. Жиллянська, 29  
тел.: (044) 227-1389, 227-5281, факс: (044) 227-3668  
e-mail: info@vdmals.kiev.ua, http://www.vdmals.kiev.ua

**ДИСТРИБ'ЮТОР**

AIM, ANALOG DEVICES, ASTEC POWER, DDC, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, GEYER ELECTRONIC, FILTRAN, INTERPOINT, KINGBRIGHT, MURATA, PACE, REDCOM, SAMSUNG, SCHROFF, TEMEX COMPONENTS, TYCO ELECTRONICS (AMP), VISION, WAVECOM, WHITE ELECTRONIC

**ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ**  
від провідних виробників електроніки

Активні та пасивні компоненти  
Оптоелектронні компоненти  
Вимірювальні прилади  
Акустичні компоненти  
Паяльне обладнання  
Інструмент  
Датчики

**СП ТОВ "ТД "Чип і Дип"**

03062 м. Київ  
вул. Чистяківська, 2, оф. 18  
chip@optima.com.ua

т.: (+380 44) 4590217  
т./ф.: (+380 44) 4422088  
chip-dip@ukr.net

**Состав и особенности процессора ADSP-TS201S**

*Суперскалярная архитектура, оптимизированная для выполнения операций с фиксированной и плавающей точкой*

- \* восемь 16-разрядных одноктактных умножителей с 40-разрядным аккумулятором
- \* два 32-разрядных одноктактных умножителя с 80-разрядным аккумулятором
- \* блок поддержки декодирования по алгоритму Витерби
- \* аппаратный сумматор-вычитатель для выполнения БПФ

*Высокая степень интеграции:*

- \* встроенная память объемом 24, 12 или 4 Мбит
- \* гибкая мультиплексорная обработка данных
- \* четыре link-порта производительностью 1 Гбайт/с каждый
- \* 64-разрядный внешний порт производительностью 1 Гбайт/с
- \* 14 портов прямого доступа к памяти

*Гибкое программирование на языках ассемблера и C:*

- \* разделение памяти данных и программ, выполняемое пользователем
- \* 128 регистров общего назначения
- \* язык ассемблера для выполнения алгебраических операций
- \* оптимизированный C компилятор
- \* отладочная среда VisualDSP++
- \* SIMD-архитектура
- \* выполнение логики прединдикатов
- \* обеспечение функций прерывания и вычисления

## СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ СЕМЕЙСТВА TigerSHARC



**Суперскалярная архитектура сигнальных процессоров семейства TigerSHARC предназначена для высокопроизводительной мультиплексорной обработки данных, включая обработку сигналов в реальном времени в беспроводных вычислительных сетях, радарах, сонарах и измерительных приборах, а также обработку изображений в медицинской аппаратуре.**

### НОВАЯ АРХИТЕКТУРА ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ DSP

Семейство TigerSHARC сигнальных процессоров пополнилось тремя новыми DSP: ADSP-TS201S, ADSP-TS202S и ADSP-TS203S. Эти процессоры предназначены для решения широкого круга задач цифровой обработки больших массивов данных и отличаются наилучшими характеристиками среди промышленных DSP с плавающей и фиксированной точкой. К основным областям применения этого процессора следует отнести обработку данных в беспроводных вычислительных сетях, во встроенных вычислительных системах военного, промышленного и медицинского назначения, а также в системах цифрового радио.

Микросхема TigerSHARC DSP содержит ядро с тактовой частотой 600 МГц, встроенную DRAM-память объемом 24 Мбит, 14-канальный DMA-порт. Производительность выполнения операций ввода/вывода 4 Гбайт/с. Семейство TigerSHARC DSP обладает лучшими характеристиками в пересчете на 1 Вт потребляемой мощности, на 1 доллар затрат и на 1 мм<sup>2</sup> площади кристалла. Гибкость обработки данных обеспечивается возможностью работы в кластерном режиме или через link-порт. В кластерном режиме можно объединить до восьми DSP. Link-порт позволяет использовать до тысячи TigerSHARC DSP. Кластерная обработка данных может быть дополнена параллельной с помощью link-портов.



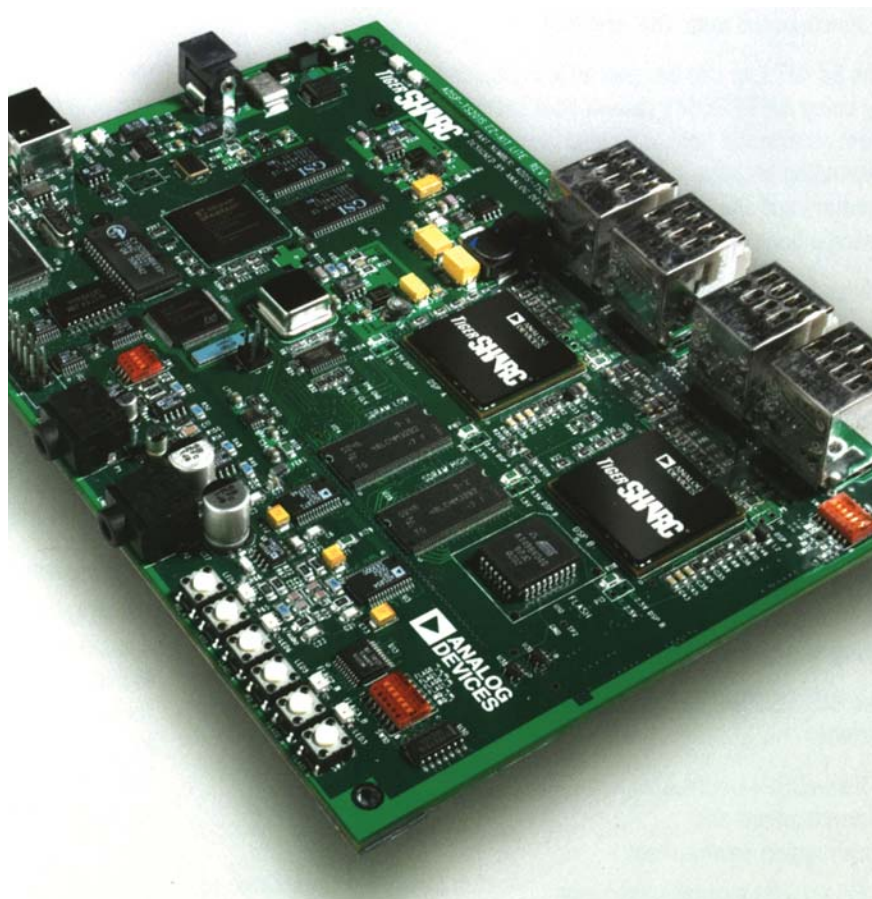
**Состав:**

- \* сдвоенный сигнальный процессор ADSP-TS201S
- \* FLASH-память объемом 512 Кx8 бит
- \* SRAM-память объемом 4 Мx64 бит
- \* стереоаудиокодек AD1871 с разрядностью сигма-дельта АЦП 24 бит и полосой частот 96 кГц
- \* стереоаудиокодек AD1854 с разрядностью сигма-дельта ЦАП 24 бит и полосой частот 96 кГц
- \* два гнезда для стереоаудиосигналов
- \* четыре разъема для LVDS link-портов (по два на каждый процессор для приема и передачи данных)
- \* последовательный USB-интерфейс и USB-разъем
- \* 14-контактный разъем для JTAG-эмулятора
- \* комплект содержит программную отладочную среду VisualDSP++
- \* утилита для загрузки в boot-сектор FLASH-памяти
- \* три 90-выводных интерфейсных разъема для подключения к кластерной шине
- \* семь индикаторных светодиодов
- \* семь кнопок
- \* возможность выполнения операций без ПК
- \* имеет CE сертификат

**Особенности:**

- \* ПК с процессором типа Intel Pentium, 166 МГц или выше
- \* RAM-память объемом 32 Мбайт (мин.)
- \* операционная среда Windows 98/2000/XP
- \* наличие USB-разъема

## ОТЛАДОЧНЫЙ КОМПЛЕКТ ADSP-TS201S EZ-KIT LITE



Отладочный комплект ADSP-TS201S EZ-KIT Lite позволяет разработчику эффективно использовать вычислительные возможности TigerSHARC DSP. В составе отладочного комплекта TigerSHARC DSP имеется оценочная плата с встроенным программным обеспечением для подключения к ПК через USB-порт. С помощью отладочного комплекта пользователь может изучить программное и аппаратное обеспечение сигнального процессора ADSP-TS201S и достаточно быстро построить на его основе требуемое вычислительное устройство. Комплект EZ-KIT Lite работает с отладочной средой VisualDSP++, включая C/C++ компилятор, ассемблер и линкер.

# BLACKFIN СИГНАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОР: ВЫСОКИЕ ПАРАМЕТРЫ, НИЗКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ, ВСТРОЕННАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ



### Почему следует остановить свой выбор на процессоре Blackfin?

- \* ядро процессора выполнено на основе риск-архитектуры. Один процессор Blackfin заменяет несколько традиционных DSP
- \* широкий набор процессоров семейства Blackfin с тактовой частотой от 300 до 600 МГц. Процессор имеет улучшенные по сравнению с традиционными DSP характеристики, потребление на 50 % ниже DSP других производителей
- \* программное управление электропитанием, что позволяет увеличить ресурс батарейного питания
- \* в семействе Blackfin имеется широкий набор недорогих, совместимых по выводам DSP
- \* промышленный диапазон температур обеспечивает широкий круг применений
- \* средства отладки просты в употреблении
- \* стоимость DSP семейства Blackfin не превышает \$ 4.95

### Применение сигнальных процессоров семейства Blackfin

#### ADSP-BF531

Недорогие бытовые аудиосистемы, встроенные модемы, биометрические системы, системы управления и портативное тестовое оборудование.

#### ADSP-BF532

Оптимизированные по критерию цена/качество системы цифрового радио, портативные терминалы, медицинские приборы, портативное тестовое оборудование.

#### ADSP-BF533

Сетевые системы, коммутируемые офисные сети, системы промышленного контроля и управления.

### Средства отладки семейства Blackfin DSP

Тип процессора	Тип отладочного устройства	Тип эмулятора	Тип прикладного ПО VisualDSP++
ADSP-BF531	ADDS-BF533-EZLITE ADDS-BF533-1-EZEXT	ADDS-APEX-ICE ADDS-HPPCI-ICE	VDSP-BLKFN-PC-FULL VDSP-BLKFN-PCFLOAT
ADSP-BF532			
ADSP-BF533			
ADSP-BF535			

### Таблица параметров семейства Blackfin DSP

Тип DSP	Количество умножений в с, $\times 10^6$	Объем памяти, Кбайт	Шина внешней памяти, бит	PCI-шина	USB-шина	Напряжение питания, В		Стабилизация напряжения питания ядра	Управление энергопотреблением	Диапазон рабочих температур, °C	Тип корпуса
						ядра	I/O				
ADSP-BF531SBBC-400	800	84	16	-	-	0.8-1.2	3.3	+	+	-40...85	MBGA
ADSP-BF531SBST-300	600	84	16	-	-	0.8-1.2	3.3	+	+	-40...85	LQFP
ADSP-BF532SBBC-400	800	116	16	-	-	0.8-1.2	3.3	+	+	-40...85	MBGA
ADSP-BF532SBST-300	600	116	16	-	-	0.8-1.2	3.3	+	+	-40...85	LQFP
ADSP-BF533-SBBC-500	1000	148	16	-	-	0.8-1.2	3.3	+	+	-40...85	MBGA
ADSP-BF533SKBC-600	1200	148	16	-	-	0.8-1.2	3.3	+	+	0...70	MBGA
ADSP-BF535PKB-350	700	308	32	+	+	1.0-1.6	3.3	-	+	0...70	PBGA
ADSP-BF535PBB-300	600	308	32	+	+	1.0-1.6	3.3	-	+	-40...85	PBGA
ADSP-BF535PKB-300	600	308	32	+	+	1.0-1.6	3.3	-	+	0...70	PBGA
ADSP-BF535PBB-200	400	308	32	+	+	1.0-1.6	3.3	-	+	-40...85	PBGA



## ОТЛАДОЧНЫЙ КОМПЛЕКТ EZ-KIT LITE ДЛЯ ОТЛАДКИ ПРОЦЕССОРА ADSP-BF533

### Состав:

- \* ADSP-BF533 процессор
- \* память SDRAM объемом 32 Мбайт (16 М×16 бит)
- \* FLASH-память объемом 2 Мбайт (512 К×16 бит×2)
- \* аудиокодек AD1836
- \* видеодекoder ADV7183
- \* видеодекoder ADV7171
- \* интерфейс RS-232 ADM3202
- \* разъем DB9
- \* USB-интерфейс
- \* 14-контактный разъем для подключения к JTAG ICE-порту
- \* разъем SPORT0
- \* телеметрический канал
- \* предусмотрена загрузка ПО VisualDSP++
- \* 10 индикаторных светодиодов
- \* 5 электромеханических кнопок
- \* три разъема на 90 выводов для сопряжения с помощью интерфейсов типа PPI, SPI, EBIU Timers0-2, UART, а также для программирования флагов
- \* отладочный комплект имеет CE-сертификат

### Системные требования:

- \* ПК Pentium, 166 МГц
- \* объем RAM-памяти 32 Мбайт
- \* операционная среда Windows 98/2000/XP
- \* один USB-порт



### Отладочный комплект

**А**DSP-BF533 EZ-KIT Lite обеспечивает эффективную отладку сигнального процессора ADSP-BF533 при его работе в системах различного назначения, включая обработку аудио- и видеосигналов. Отладочный комплект содержит сопрягаемую с ПК оценочную плату, в составе которой имеется процессор ADSP-BF533 и отладочное ПО. Отладка производится с помощью ПК через USB-порт. Отладка в реальном масштабе времени осуществляется через телеметрический канал. Через этот канал осуществляется обмен данными между ПК и встроенной платой, при этом во время просмотра прикладная задача останавливается, а затем снова запускается. С помощью этого набора пользователь может изучить аппаратные и программные средства ADSP-BF533. В составе отладочного ПО имеются: программная среда VisualDSP++, компилятор C/C++ и статистический профайлер. Интегрированная отладочная среда VisualDSP++ содержит линкер, ассемблер, сплиттер и библиотеки прикладных программ. Эта среда существенно сокращает время проектирования изделий на базе ADSP-BF533. В составе отладочного комплекта усеченная версия VisualDSP++, ограниченная объемом памяти EZ-KIT Lite.

Фирма Analog Devices отдельно поставляет оценочную плату быстрого действия АЦП и видеокамеру OV6630, которые сопрягаются с отладочным комплектом EZ-KIT Lite.

<http://www.symmetron.com.ua>

Он-лайн або Офф-лайн замовлення  
більше ніж 60 тисяч найменувань зі складу:  
Ел. компоненти, паяльне та антистатичне  
обладнання, вимірювальні прилади,  
монтажний інструмент, технічна література.

 Сімметрон-Україна



ТОВ «Елеком»

електронні компоненти - поставки

Більше 33 мільйонів найменувань  
електронних компонентів від більше  
ніж 2900 постачальників з усього світу.

**Звертайтеся - знайдеться все!**

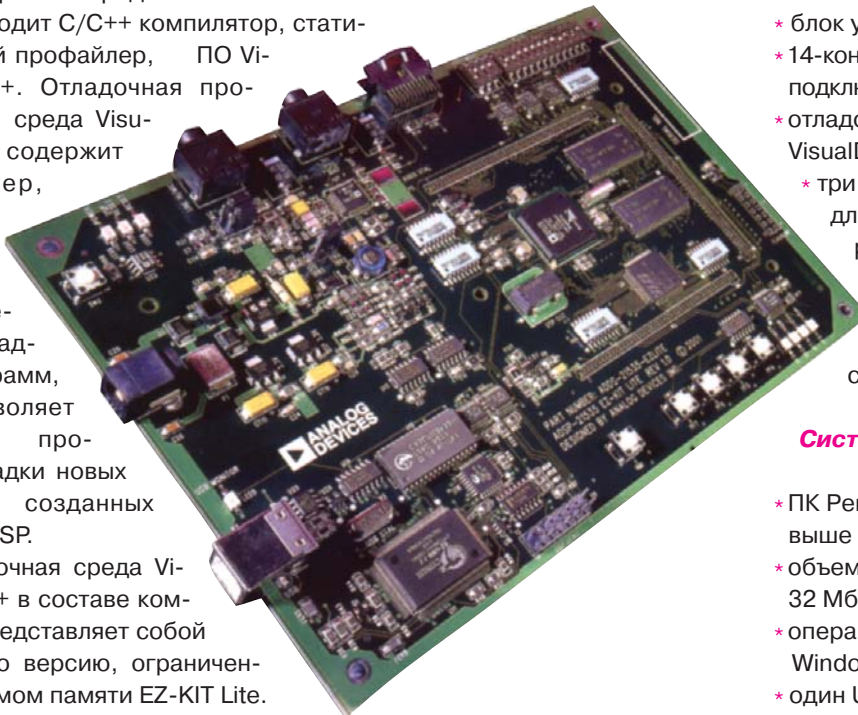
Україна, Київ, 01135, вул. Павловська, 29  
тел.: +38 (044) 216-70-10, факс: +38 (044) 461-79-90  
web: www.elecom.kiev.ua, e-mail: office@elecom.kiev.ua

## ОТЛАДОЧНЫЙ КОМПЛЕКТ EZ-KIT LITE ДЛЯ ОТЛАДКИ ПРОЦЕССОРА ADSP-BF535

### Отладочный комплект

**А** DSP-BF535 EZ-KIT Lite обеспечивает эффективную отладку сигнального процессора ADSP-BF535 при его работе в системах различного назначения. Отладочный комплект содержит сопрягаемую с ПК оценочную плату, которая включает процессор ADSP-BF535 и отладочное ПО. Отладка производится с помощью ПК через USB-порт. С помощью данного отладочного комплекта пользователь может подробно изучить аппаратные средства ADSP-BF535. В состав комплекта входит C/C++ компилятор, статический профайлер, ПО VisualDSP++. Отладочная программная среда VisualDSP++ содержит ассемблер, линкер, сплиттер и библиотеки прикладных программ, что позволяет ускорить процесс отладки новых изделий, созданных на базе DSP.

Отладочная среда VisualDSP++ в составе комплекта представляет собой усеченную версию, ограниченную объемом памяти EZ-KIT Lite.



### Состав:

- \* процессор ADSP-BF535
- \* память SDRAM объемом 4 Мбайт×32 бит
- \* FLASH-память объемом 272 К×16 бит
- \* звуковой кодек AD1885 с полосой частот 48 кГц
- \* блок управления
- \* 14-контактный разъем для подключения к JTAG ICE-порту
- \* отладочная среда VisualDSP++
- \* три 90-контактных разъема для подключения периферийных устройств с помощью интерфейсов
- \* отладочный комплект имеет CE-сертификат

### Системные требования:

- \* ПК Pentium, 166 МГц или выше
- \* объем RAM-памяти не менее 32 Мбайт
- \* операционная среда Windows 98/2000/XP
- \* один USB-порт

## Подписка не заканчивается никогда!

Оформить подписку на журнал ЭКиС можно:

### в Украине:

- ✓ в любом отделении связи по каталогу ГП "Преса" (подписной индекс 40633)
- ✓ через курьерские службы доставки: "Саммит", "KSS", "Идея", "Ділова преса", "Фактор-Запад", "Міська кур'єрська служба"
- ✓ через редакцию по электронной почте: ekis@vdm.kiev.ua
- ✓ на сайте: www.vdm.kiev.ua

### в России:

- ✓ в любом отделении связи по объединенному каталогу "Пресса России" (подписной индекс 38554)

2004  
**ЭКиС**



# НОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ СЕМЕЙСТВА МИКРОКОНВЕРТЕРОВ И СРЕДСТВА ИХ ОТЛАДКИ

## Прецизионные АЦП и ЦАП + флэш-микроконтроллер

### Прецизионные АЦП и ЦАП:

- \* разрешение АЦП 12 и 24 разряда
- \* частота выборки 400 кГц
- \* наличие мультиплексора на входе АЦП
- \* PGA-усилитель с дифференциальным входом
- \* наличие режима самокалибровки
- \* встроенный опорный источник напряжения 2.5 В
- \* одинарный или сдвоенный 12-разрядный Rail-to-Rail ЦАП

### Встроенные программируемые периферийные устройства:

- \* микропроцессорное ядро 8052 производительностью 16 MIPS
- \* FLASH-память программ объемом 62 Кбайт
- \* FLASH-память данных объемом 4 Кбайт
- \* RAM-память объемом 2 Кбайт
- \* гибкие последовательные порты типа SPI, I<sup>2</sup>C и UART
- \* быстродействующий генератор для передачи двоичных кодов
- \* многоканальные ШИМ-выходы
- \* сторожевой таймер
- \* монитор напряжений питания
- \* встроенный узел перезапуска источника питания

### Встроенные средства для обеспечения отладки:

- \* последовательный порт для загрузки программы-отладчика
- \* вывод для подключения эмулятора
- \* программа блокировки при нарушении режимов работы

### Типы корпусов, температурный диапазон и напряжения питания:

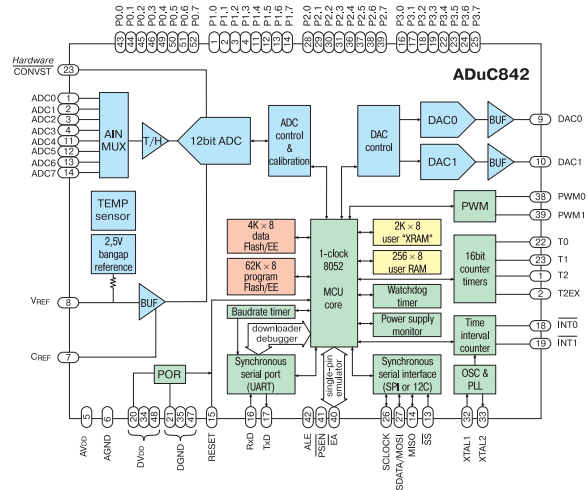
- \* корпуса типа TSSOP, MQFP, CSP
- \* расширенный промышленный диапазон рабочих температур от -40 до 125 °C
- \* совместимость по выводам старых и новых моделей
- \* напряжение питания 3 и 5 В

### Области применения:

- \* промышленные управляющие и измерительные системы
- \* портативные приборы
- \* оптические сети
- \* базовые станции
- \* медицинская аппаратура

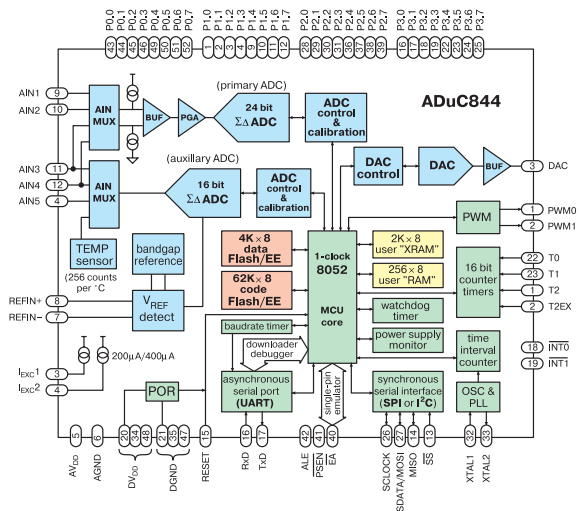
Подробная информация о микроконвертерах находится на Web-сайте:

[www.analog.com/microconverter](http://www.analog.com/microconverter)



### ADuC842

- АЦП: 12 разрядов, 8 каналов, 400 тысяч преобразований в секунду.
- Ядро процессора: одноктакное типа 8052 производительностью 16 MIPS
- FLASH/EE-память программ объемом 62 Кбайт
- FLASH/EE-память данных объемом 4 Кбайт
- Два ЦАП: 12 разрядов, Rail-to-Rail



### ADuC844

- Два АЦП: 24 и 16 разрядов (дополнительный)
- Входной буфер: PGA-усилитель с дифференциальным входом
- Ядро процессора: одноктакное, типа 8052 производительностью 12 MIPS
- FLASH/EE-память программ объемом 62 Кбайт
- FLASH/EE-память данных объемом 4 Кбайт
- ЦАП: одинарный, 12 разрядов, Rail-to-Rail
- Два встроенных источника тока для возбуждения внешних сенсоров
- Детектор токов прожигания постоянной памяти



**Таблица 1. Параметры микроконвертеров**

Тип	АЦП	ЦАП	Производительность ядра 8052, MIPS	FLASH/EE-память, кбайт		RAM-память, байт	Тип корпуса	Особенности
				программ	данных			
ADuC812	8 каналов, 12 бит	сдвоенный, 12 бит	1.3	8	640	256	52-MQFP, 56-LFCSP	время преобразования АЦП 5 мкс
ADuC814	6 каналов, 12 бит	сдвоенный, 12 бит	1.3	8	640	256	28-TSSOP	миниатюрный, недорогой
ADuC816	сдвоенный, 16 бит	одинарный, 12 бит	1.0	8	640	256	52-MQFP, 56-LFCSP	встроенный PGA и источники тока
ADuC824	24 и 16 бит	одинарный, 12 бит	1.0	8	640	256	52-MQFP, 56-LFCSP	совместим по выводам с ADuC816
ADuC831	8 каналов, 12 бит	сдвоенный, 12 бит, 2xШИМ	1.3	62	4	256+2K	52-MQFP, 56-LFCSP	совместим по выводам с ADuC812
ADuC832	8 каналов, 12 бит	сдвоенный, 12 бит, 2xШИМ	1.3	62	4	256+2K	52-MQFP, 56-LFCSP	совместим по выводам с ADuC812
ADuC834	24 и 16 бит	одинарный, 12 бит, 2xШИМ	1.0	62	4	256+2K	52-MQFP, 56-LFCSP	совместим по выводам с ADuC824
ADuC836	сдвоенный, 16 бит	одинарный, 12 бит, 2xШИМ	1.0	62	4	256+2K	52-MQFP, 56-LFCSP	совместим по выводам с ADuC816
ADuC841	8 каналов, 12 бит	сдвоенный, 12 бит, 2xШИМ	16	62	4	256+2K	52-MQFP, 56-LFCSP	совместим по выводам с ADuC831
ADuC842	8 каналов, 12 бит	сдвоенный, 12 бит, 2xШИМ	16	62	4	256+2K	52-MQFP, 56-LFCSP	совместим по выводам с ADuC832
ADuC844	24 и 16 бит	одинарный, 12 бит, 2xШИМ	12	62	4	256+2K	52-MQFP, 56-LFCSP	совместим по выводам с ADuC834
ADuC845	10 каналов, 24/16 бит	одинарный, 12 бит, 2xШИМ	12	62	4	256+2K	52-MQFP, 56-LFCSP	многоканальная версия ADuC844
ADuC846	сдвоенный, 16 бит	одинарный, 12 бит, 2xШИМ	12	62	4	256+2K	52-MQFP, 56-LFCSP	совместим по выводам с ADuC836

Подробную информацию о комплектах QuickStart  
 и QuickStart-Plus можно получить на Web-сайтах:  
[www.analog.com/microconverter/quickstart](http://www.analog.com/microconverter/quickstart)  
[www.accutron.com/Products/quickstart/index.html](http://www.accutron.com/Products/quickstart/index.html)

**Таблица 2. Средства отладки микроконвертеров**

Состав и особенности	QuickStart	QuickStart-Plus
Оценочная плата	+	+
Источник питания, кабель для связи с ПК	+	+
Загрузчик Windows	+	+
Примеры программ	+	+
Интегрированная отладочная среда:		
- системное ПО для отладки приложений	+	+
- редактор программ	+	+
- встроенный ассемблер	+	+
- симулятор	+	+
- программа загрузки и отладки	+	+
- С компилятор	-	+
- отладочная программа на языке С	-	+
Разъем для подключения эмулятора	-	+
FOB цена, \$	75	299

Все микроконвертеры (табл. 1) поддерживаются  
 эффективными программными средствами отладки,  
 которые поставляются в составе двух отладочных ком-  
 плектов: QuickStart и QuickStart-Plus. Эти средства со-  
 держат все необходимые программы для отладки лю-  
 бого микроконвертера. Состав комплектов QuickStart и  
 QuickStart-Plus при-  
 веден в таблице 2.

При этом простой  
 и менее дорогой  
 (QuickStart) разрабо-  
 тан фирмой Analog  
 Devices, а комплект с  
 расширенными воз-  
 можностями – фир-  
 мой Accutron.


**Система отладки микро-  
конвертеров QuickStart**

**Оба отладочных комплекта можно заказать  
 в фирме VD MAIS.**



## POL DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ФИРМЫ ASTEC POWER

Фирма Astec Power, специализирующаяся на разработке и выпуске вторичных источников питания, занимает лидирующие позиции в мире не только в производстве автономных блоков питания, но и встраиваемых на печатную плату модулей POL, располагаемых в непосредственной близости от цепей нагрузки.



Г. Местечкина

Малогобаритные неизолированные DC/DC-преобразователи POL (Point Of Load) устанавливаются, как следует из названия, в непосредственной близости от нагрузки и применяются для обеспечения питания микропроцессоров, ИМС памяти и др. высокоинтегрированных микросхем [1]. Как правило, преобразователи POL используются в устройствах с распределенной силовой архитектурой DPA (Distributed Power Architecture), на их вход подается низкое напряжение, а типовое значение выходного напряжения составляет 3.3, 2.5, 1.8, 1.5, 1.2 и 0.9 В. POL преобразователи могут быть понижающими (buck) или повышающими (boost) в зависимости от того, превышает ли входное напряжение выходное или наоборот.

ство налажено также компаниями Tyco Electronics, Artesyn, Power One, Datel, Cincon, Texas Instruments, Maxim и др. Если провести, например сравнение аналогичных по типу корпуса и выходным параметрам POL DC/DC-преобразователей Astec Power (APC08 и

Архитектура DPA появилась в начале 90-х годов прошлого века и к 2000 году завоевала прочные позиции, имея большие перспективы дальнейшего развития. Переменное напряжение сети (рис. 1) поступает на вход AC/DC-преобразователя, на выходе которого формируется постоянное напряжение 48 В, которое подается на вход изолированного имеющего высокий КПД DC/DC-преобразователя. Напряжение с его выхода поступает на промежуточную шину, а от нее через интерфейсы – на входы неизолированных POL DC/DC-преобразователей. Такая архитектура позволяет упростить управление последовательностью включения, улучшить управление температурой, уменьшить число изолированных цепей.

Системы питания, построенные на основе архитектуры DPA, применяются в испытательном и измерительном оборудовании, специализированных тестерах, для питания серверов и маршрутизаторов, беспроводных и оптоэлектронных устройств, в аппаратуре телекоммуникаций и мн. др.

Фирма Astec Power выпускает POL DC/DC-преобразователи следующих семейств: APC08 (36 моделей) [2], APC12 (26 моделей) [3], APL40 (8 моделей), APL25, APA04 (повышающий) и APA06 (понижающий) [4], AA10/15C [5], AER03. Основные семейства выпускаемых фирмой Astec Power POL DC/DC-преобразователей, пользующиеся спросом заказчиков, показаны на рис. 2.

Фирма Astec Power не является монополистом на рынке POL DC/DC-преобразователей, их производ-

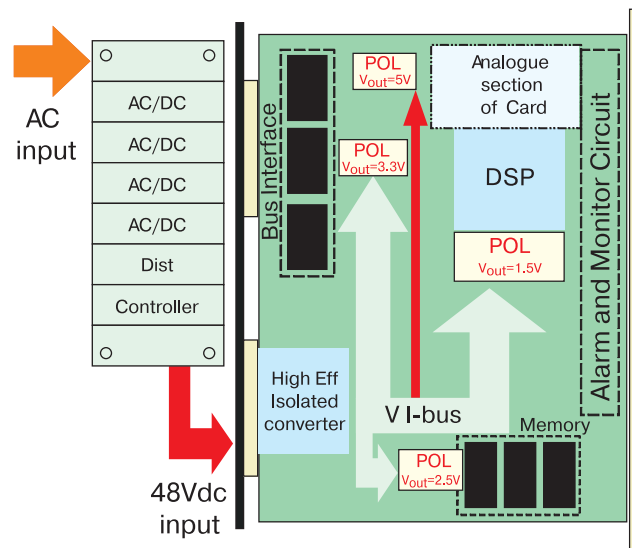


Рис. 1. Архитектура DPA

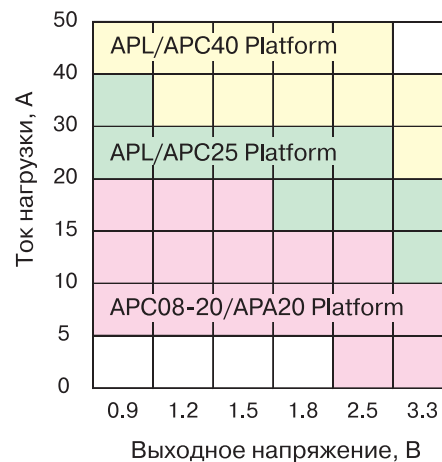
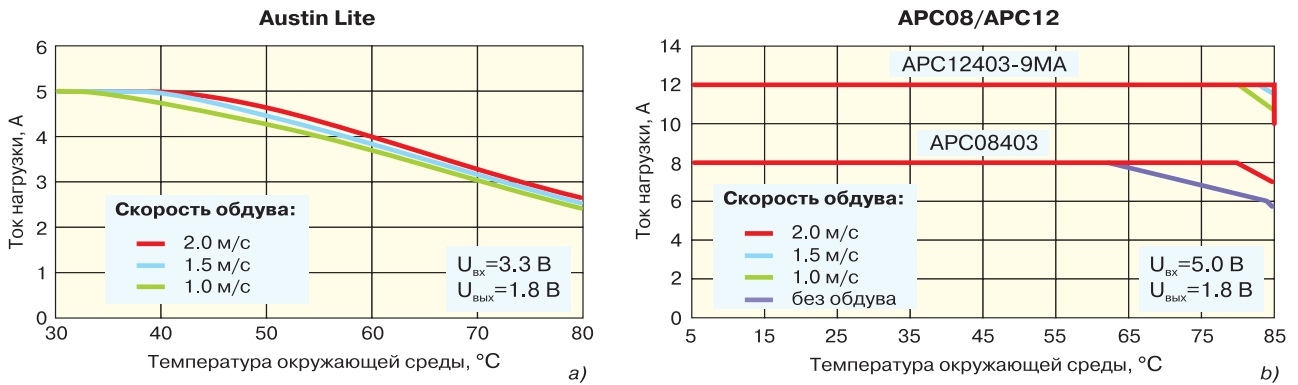


Рис. 2. Семейства неизолированных POL DC/DC-преобразователей фирмы Astec Power

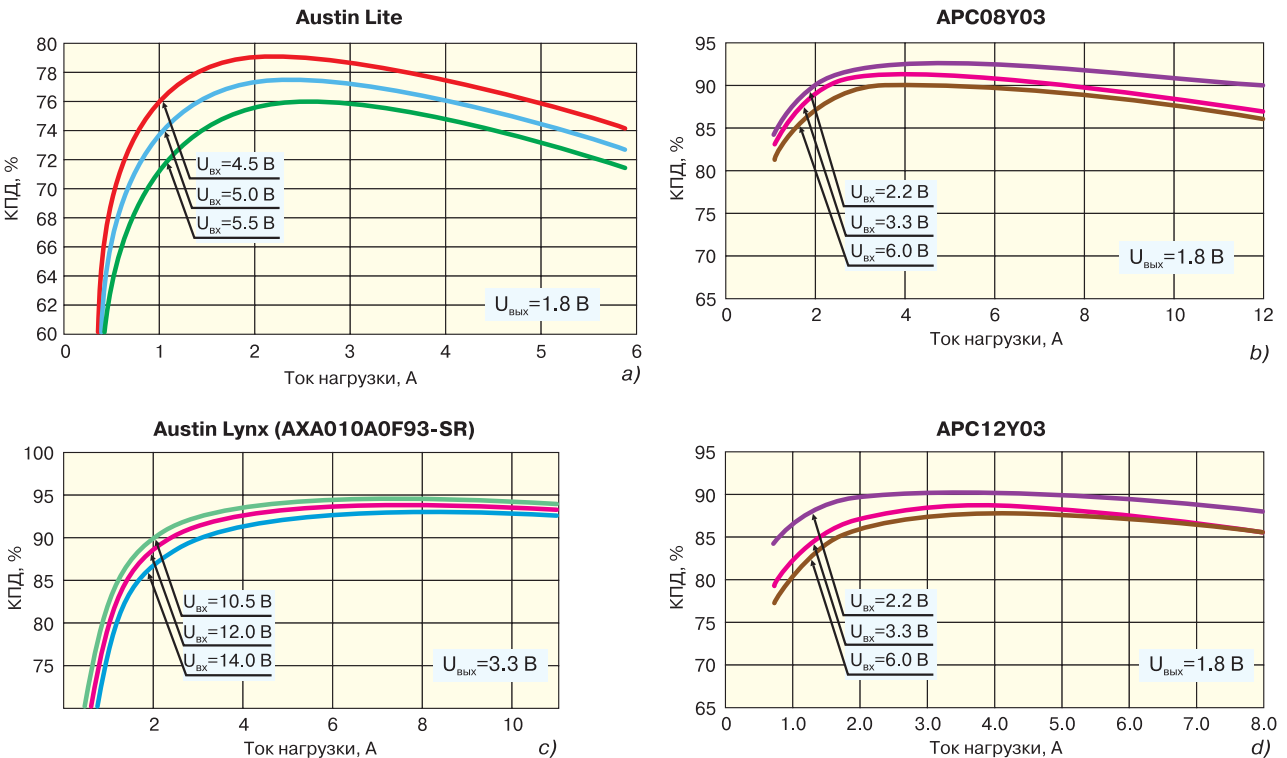


**Рис. 3. Зависимости тока нагрузки от температуры окружающей среды для преобразователей Austin Lite (a) и APC08/12 (b)**

APC12 с токами нагрузки 8 и 12 А соответственно) и Teco Electronics (Lynx, Super Lynx и Micro Lynx с токами нагрузки 10, 16 и 4 А соответственно), то одним из основных преимуществ APC08/APC12 является высокий КПД, а не менее важными: широкие диапазоны входных и выходных напряжений, температур окружающей среды и наличие большого числа технических возможностей контроля и управления.

Если сравнить POL DC/DC-преобразователи семейств APC08/APC12 и Austin Lite/Austin Lynx, преимущества первых будут еще более очевидными, т. к. имея одинаковые с этими преобразователями уста-

новочные размеры, APC08/APC12 обладают более высокими нагрузочной способностью, КПД, расширенными диапазонами входных и выходных напряжений, расширенным диапазоном регулировки выходного напряжения и большим числом технических возможностей. На графиках рис. 3, 4 показаны зависимости тока нагрузки от температуры окружающей среды и КПД от тока нагрузки для POL DC/DC-преобразователей Austin Lite/Austin Lynx и APC08/APC12. В таблице 1 представлены значения основных параметров этих преобразователей.



**Рис. 4. Зависимости КПД от тока нагрузки для преобразователей Austin Lite (a) и APC08 (b); Austin Lynx (c) и APC12 (d)**

**Таблица 1. Сравнительные технические характеристики  
POL DC/DC-преобразователей Austin Lite и APC08, Austin Lynx и APC12**

Технические характеристики	Austin Lite	APC08	Austin Lynx	APC12
Диапазон входных напряжений, В	3.0-3.6 или 4.5-5.5	1.8-6.0 или 5.0-13.0	3.0-5.5	1.8-6.0 или 5.0-13.0
Диапазон выходных напряжений, В	1.45-3.4	0.9-3.6 *	1.45-3.4	0.9-3.6
Диапазон регулировки выходных напряжений	±5.0 %	0.9-3.6 В	±5.0 %	0.9-3.6 В
<b>Технические возможности:</b>				
– защита от перегрузки	+	+	+	+
– защита от перегрева	+	+	+	+
– регулировка тока нагрузки	установка ограничения	во всем диапазоне	установка ограничения	во всем диапазоне
– дистанционное включение	+	+	+	+
– защита от перенапряжения	–	+	–	+
– формир. признака исправности	–	+	–	+
– режим "источник/приемник" тока	–	+	–	+

\* вскоре расширится до 6.0 В

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. David Evans. Astec Point Of Load DC-DC Converter Overview, August 2003.
2. Г. Местечкина. Новые DC/DC-преобразователи фирмы Astec Power//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 2.
3. Г. Местечкина. DC/DC-преобразователи серии APC12 с большим током нагрузки и КПД 92 %//ЭКиС. –

Киев: VD MAIS, 2003, № 5.

4. Низковольтные DC/DC-преобразователи//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2002, № 9.

5. DC/DC-преобразователи для средств связи//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2000, № 12.

*Продолжение следует*

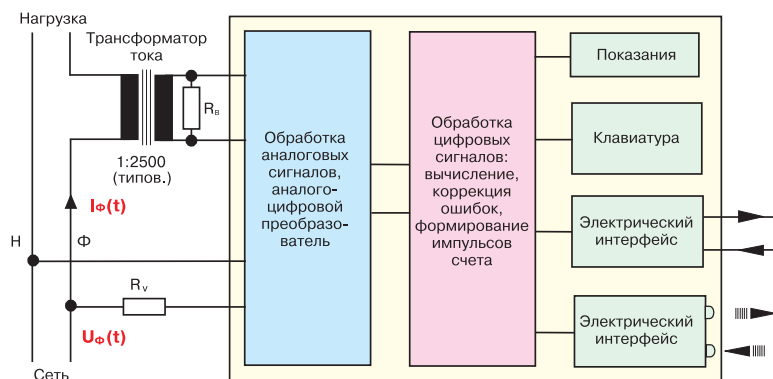
## ПРЕЦИЗИОННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ \*

В статье рассмотрены особенности трансформаторов тока, выпускаемых компанией VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG и предназначенных для применения в электронных счетчиках электроэнергии.

В последние годы электромеханические счетчики электроэнергии типа Феррарис все чаще заменяются электронными. Поскольку электронные счетчики имеют ряд преимуществ (возможность применения в связанных системах, отсутствие механического износа, меньшие размеры, высокая точность и надежность), они находят все большее применение в бытовой технике. При этом они могут использоваться в различных областях: от локальных приборов до региональных сетевых систем с дистанционным управлением и контролем.

Одним из важнейших элементов многофазных и в ряде случаев однофазных счетчиков (рис. 1) яв-

ляется измерительный трансформатор тока. Основные требования, предъявляемые к нему: обеспечение точного, стабильного и независимого от внешних ус-



**Рис. 1. Функциональная схема однофазного электронного счетчика электроэнергии**

\* По материалам компании VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG подготовил А. Валентик.



**Рис. 2. Бытовой электронный счетчик электроэнергии, разработанный компанией ABB**

На сегодняшний день разработаны трансформаторы тока различных конструкций. Однако, наиболее перспективными являются трансформаторы, выполненные на кольцевом магнитопроводе и рассчитанные на низкое сопротивление нагрузки. Они имеют ряд преимуществ:

- замкнутая магнитная цепь предотвращает возникновение мешающих полей, поэтому в большинстве случаев дополнительное экранирование не требуется
- используемый принцип работы не требует применения полупроводниковых элементов
- благодаря простоте конструкции, (включающей магнитопровод с обмоткой, соединительный шнур и защитный контейнер) они относительно легко монтируются и достаточно компактны.

Указанные преимущества существенно снижают стоимость электронных счетчиков электроэнергии. На рис. 2 показан внешний вид электронного счетчика электроэнергии, разработанного компанией ABB согласно требованиям стандарта IEC 1036.

Параметры, определяющие токовую и угловую погрешность, их линейность и предельное значение тока в первичной обмотке кольцевого магнитопровода:

ловий коэффициент трансформации и гальванической развязки от сети. Необходимые точность и стабильность устанавливаются стандартом (например, в Европе: стандартами IEC 1036 – для счетчиков прямого включения и IEC 687 – для счетчиков непрямого включения; в США – стандартами ряда ANSI C12.xx).

- частота  $f$  и напряжение, возникающее на входном сопротивлении ( $R_B$ ) аналого-цифрового преобразователя (см. рис. 1) при протекании тока  $I_\phi$  в первичной обмотке трансформатора
- свойства материала магнитопровода (магнитная индукция насыщения  $B_{sat}$ , относительная магнитная проницаемость  $\mu'$  и угол потерь  $\delta$  как функции намагничивания)
- число витков вторичной обмотки  $N_{sec}$ , сопротивление вторичной обмотки  $R_{Cu}$ , площадь поперечного сечения магнитопровода  $A_{Fe}$  и средняя длина магнитопровода  $l_{Fe}$ .

Из законов теоретической электротехники можно вывести формулы, определяющие электрические характеристики трансформатора тока, в которых некоторые упрощения практически не влияют на точность:

$$\text{фазовая погрешность: } \text{tg}\varphi = \frac{R}{\omega \cdot L} \cdot \cos\delta,$$

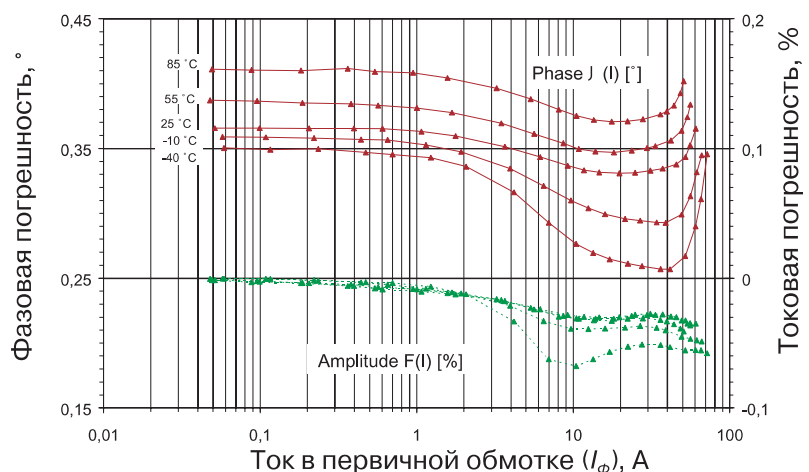
$$\text{амплитудная погрешность: } F(I) = \frac{R}{\omega \cdot L} \cdot \sin\delta,$$

$$\text{максимальный ток в первичной обмотке: } I_{max} = \frac{\omega \cdot N_{sec}^2 \cdot B_{sat} \cdot A_{Fe}}{R},$$

$$\text{причем } R = R_{Cu} + R_B, L = N_{sec}^2 \cdot (\mu' \cdot 12.57 \cdot \frac{A_{Fe}}{l_{Fe}}) \text{ и } \omega = 2\pi \cdot f.$$

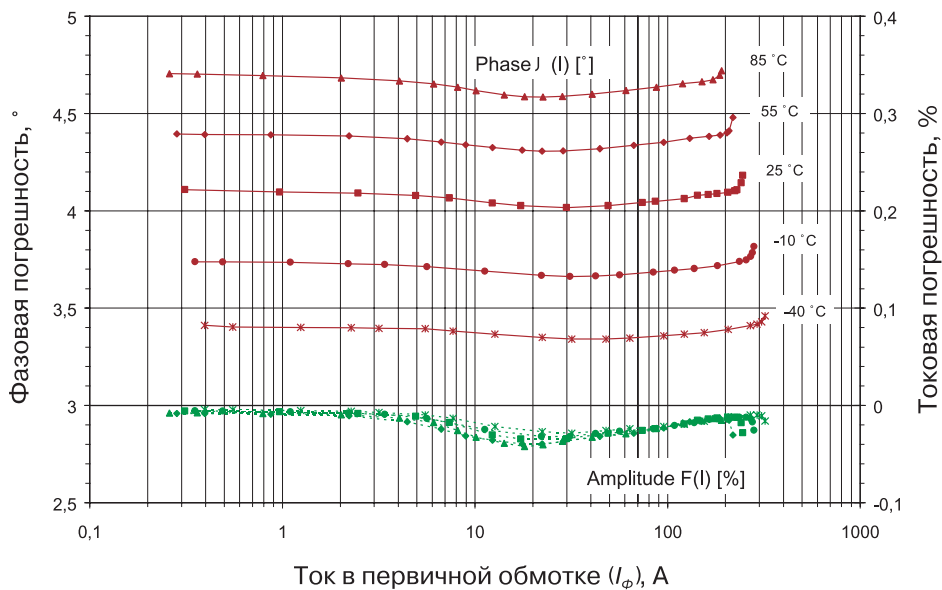
Новый алгоритм, разработанный компанией VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG, позволяет легко и быстро устанавливать оптимальные значения параметров амплитудной и фазовой погрешности для требуемой области применения трансформатора.

Для трех упомянутых выше стандартов (Европы и США) существуют различные требования к материалам: для счетчиков, разработанных согласно требо-



**Рис. 3. Зависимости токовой и фазовой погрешностей от значений тока первичной обмотки и температуры для измерительного трансформатора с кольцевым магнитопроводом, изготовленным из нанокристаллического сплава VITROPERM®**





**Рис. 4. Зависимости токовой и фазовой погрешностей от значений тока первичной обмотки и температуры для измерительного трансформатора с кольцевым магнитопроводом, изготовленным из аморфного сплава VITROVAC®**

ваниям стандартов IEC 687 и ANSI C12.xx, требуются материалы с высокой магнитной проницаемостью, высокой индукцией и низкой чувствительностью к изменению температуры. Трансформаторы тока, изготовленные из традиционных материалов (высококачественных кристаллических Ni-Fe-сплавов ULTRAPERM®), хорошо зарекомендовали себя на рынке. Однако, последние разработки в этой области: трансформаторы тока из аморфных (VITROVAC®) или нанокристаллических (VITROPERM®) сплавов, в которых используются сердечники, производимые компанией VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG, г. Ганауе (Германия), имеют улучшенные эксплуатационные характеристики. Обладая высокой и практически постоянной магнитной проницаемостью (независимо от намагниченности), эти сплавы обеспечивают очень малую фазовую погрешность, которую можно легко компенсировать. Благодаря применению для намотки сердечника тонких лент (толщиной порядка 22 мкм), можно достичь очень малой токовой погрешности. Аморфные и нанокристаллические сплавы имеют малую коэрцитивную силу и их магнитные свойства мало зависят от температуры. Поэтому зависимость этих погрешностей от температуры определяется в основном изменением параметров медной обмотки.

На графиках рис. 3 приведены зависимости, снятые для счетчика, разработанного в соответствии со стандартом IEC 687, при токе в первичной обмотке 6 А и частоте 50 Гц, для которого токовая погрешность не превышает 0.1 %, а диапазон изменений фазовой погрешности при комнатной температуре составляет

всего 0.03°. Указанная точность, определяемая материалом магнитопровода (VITROPERM®) и конструкцией трансформатора тока, позволяет достаточно простыми средствами компенсировать погрешности даже в прецизионных счетчиках. В случае, если в счетчиках используются трансформаторы тока, изготовленные из традиционных материалов (Ni-Fe сплавов или ферритов), либо датчики Холла, необходимы дополнительные дорогостоящие преобразователи.

Счетчики, выполненные по стандарту IEC 1036, должны быть нечувствительны к постоянному току, который может вызывать насыщение сердечников в обычных трансформаторах тока. Для этого используются магнитопроводы, произведенные компанией VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG из аморфных сплавов (VITROVAC®) и обладающие линейными характеристиками с увеличенным динамическим диапазоном токов первичной обмотки, что позволяет уменьшить насыщение сердечника. Отметим, что в этом случае снижения насыщения сердечника из-за постоянной составляющей тока можно достичь без применения воздушного зазора, благодаря чему уменьшается уровень помех. Эти трансформаторы имеют очень малую токовую ( $10^{-3}$ - $10^{-2}$  %) и фазовую погрешности. Фазовую погрешность, составляющую от 4 до 5°, можно легко скомпенсировать, поскольку она достаточно стабильна в диапазоне токов первичной обмотки (отклонение не превышает  $\pm 0.05^\circ$ ). Зависимость обеих погрешностей от температуры носит линейный характер (рис. 4). Термокомпенсацию можно легко осуществить аналоговым или цифровым способом.

Компания VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG предлагает заказчику широкий выбор прецизионных трансформаторов тока для применения в электронных счетчиках электроэнергии. Консультации по выбору трансформаторов тока можно получить у официального дистрибьютора VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG в Украине – НПФ VD MAIS по тел.: (044) 227-4249, 227-5297, 227-1356, 227-5281, e-mail: info@vdmals.kiev.ua или по сети Интернет: www.vdmals.kiev.ua

**КОРПУСА И ШКАФЫ ФИРМЫ SCHROFF \***

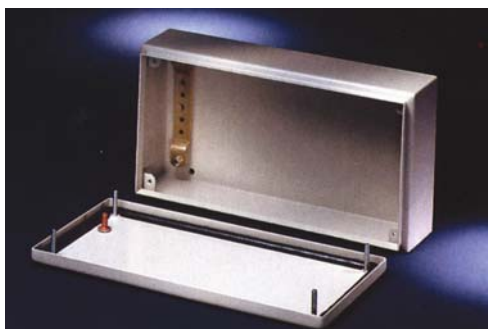
Очередная статья о продукции фирмы SCHROFF (см. "ЭКИС" №№ 9-11 за 2003 г.) содержит краткую информацию о корпусах серии INLINE, предназначенных для размещения коммутационного оборудования на стене.



**А. Мельниченко**

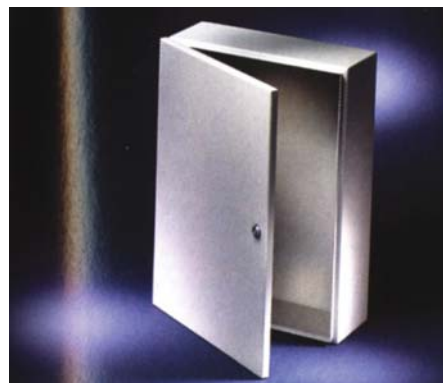
**КОРПУСА СЕРИИ INLINE**

Цельносварные корпуса этой серии изготавливаются из стали толщиной 1.4 мм с прочным покрытием, нанесенным методом напыления



**Корпус INLINE Terminal**

краски с последующим ее спеканием, и рассчитаны на крепление к стене с помощью кронштейнов. Корпуса пригодны для монтажа систем шин различных производителей коммутационного оборудования (Siemens, Phoenix, Klockner-Moeller). Для размещения оборудования они комплектуются стальной оцин-



**Корпус INLINE Installation**

кованной монтажной платой или двумя вертикальными опорными планками, на которые устанавливается монтажный DIN-рельс. Разводка и монтаж оборудования могут быть выполнены до установки его внутрь корпуса.

**Размеры корпусов серии INLINE (Ш×В), мм**

INLINE Terminal	
150×150 <sup>1)</sup>	300×300 <sup>4)</sup>
200×200 <sup>1)</sup>	400×200 <sup>1)</sup>
300×150 <sup>1)</sup>	400×300 <sup>4)</sup>
300×200 <sup>1)</sup>	
INLINE Installation	
200×200 <sup>4)</sup>	300×300 <sup>4)</sup>
200×300 <sup>1)</sup>	300×400 <sup>4)</sup>
200×400 <sup>1)</sup>	
INLINE Bus	
200×300 <sup>2)</sup>	400×200 <sup>3)</sup>
	600×200 <sup>3)</sup>

Примечание.  
Глубина, в мм: <sup>1)</sup> 80 и 120,  
<sup>2)</sup> 80, <sup>3)</sup> 125, <sup>4)</sup> 120.

Корпуса комплектуются принадлежностями для заземления.

Серия INLINE включает три вида корпусов: INLINE Terminal, INLINE Installation и INLINE Bus, отличающихся, главным образом, конструкцией крышек. Корпуса INLINE Terminal имеют сплошные крышки с винтовым креплением. Корпуса INLINE Installation и INLINE Bus имеют откидные (на петлях) крышки с полиуретановыми уплотнительными прокладками и цилиндрическими замками различных вариантов. Угол открывания крышек составляет 180°. Крышки корпусов INLINE Bus имеют прозрачное окно. Корпуса INLINE Bus глубиной 80 мм имеют на нижней панели отверстия под кабельные сальники.

По степени защиты от воздействия окружающей среды корпуса серии INLINE соответствуют классу IP 66 (пылевлагодонепроницаемые), а имеющие отверстия для сальников – IP 55 (пылевлагозащищенные).

Размеры корпусов приведены в таблице. Корпуса других размеров изготавливаются по отдельному заказу.

Дополнительную информацию о корпусах фирмы Schroff можно найти в сети Интернет по адресу: [www.schroff.biz](http://www.schroff.biz)



**Корпус INLINE Bus**

\* Каталог фирмы Schroff, 2003 г.

## ТЕХНОЛОГИЯ МИНИАТЮРИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ \*

Статья знакомит с особенностями технологии “flip-chip”, которая сегодня широко используется для создания миниатюрных электронных устройств.

**А. Мельниченко**

Технология “flip-chip”, названная Controlled Collapse Chip Connection (монтаж кристалла методом контролируемого сплющивания) или C4, была разработана фирмой IBM в 1960 году. В соответствии с этой технологией на поверхности кристалла микросхемы создается поле столбиковых выводов из оловянно-свинцового сплава, затем перевернутый кристалл припаивается методом оплавления к площадкам подложки.

Сегодня многие фирмы широко используют flip-chip-технологии для изготовления миниатюрных электронных устройств. Так, например, для медицинского применения по этой технологии изготавливают микросборки имплантантов, миниатюрные беспроводные устройства и др. Последние достижения этой технологии при трехмерном (пространственном) расположении чипов позволяют достичь беспрецедентной степени миниатюризации и надежности. При разработке технологии изготовления изделий, для которых основными требованиями являются минимальный объем, надежность и максимальный срок службы, основное внимание следует уделить выбору оптимального способа монтажа чипа на тонкие гибкие подложки.

### Критерии миниатюризации

Три основных критерия определяют степень миниатюризации изделия. *Во-первых*, с уменьшением размеров микросхемы можно рассчитывать на повышение объемов ее продажи и увеличение применения, особенно в таких областях, как медицина, телекоммуникации, космонавтика и военная промышленность. Однако оптимальный выбор размеров изделия представляет собой компромисс между возможностями технологии и затратами на его изготовление.

*Во-вторых*, для отраслей, в которых расходы на миниатюризацию изделий являются оправданными, одним из первоочередных требований является их высокая надежность. Существующие технологии миниатюризации позволяют сократить общее число соединений и их длину. При этом уменьшается индуктивность выводов, повышается КПД изделия и уменьшается его перегрев. В результате увеличивается надежность изделия.

*В-третьих*, принятие решения о миниатюризации изделий нередко связано с производственными проблемами (плотностью размещения кристаллов микросхем, свойствами подложки с печатными проводниками, наличием компонентов, возможностью авто-

матизации производства), а также с ожидаемым соотношением производственных затрат и планируемой прибыли.

Если успех изделия на рынке зависит от степени его миниатюризации, способности работы на более высоких частотах и уменьшения рассеиваемой мощности, то большинство технологических проблем при его изготовлении так или иначе связано с монтажом кристалла на подложку. К примеру, с уменьшением размера кристаллов микросхем все более важной становится оптимальная трассировка проводников. Неудачная трассировка может привести к увеличению паразитных емкостей, индуктивностей и сопротивлений проводников, что увеличит потребляемую мощность и паразитные связи между элементами. Слишком плотное размещение дорожек может привести к увеличению отказов из-за короткого замыкания между ними.

### Особенности монтажа flip-chip-кристалла

В настоящее время используются следующие способы монтажа flip-chip-кристалла на подложку:

- формирование оловянно-свинцовых выводов и припаивание их к подложке методом оплавления
- формирование золотых столбиковых выводов гальваническим методом и создание контакта с золотыми площадками подложки способом термокомпрессии (рис. 1)
- приклеивание выводов кристалла к подложке с помощью электропроводного клея.



**Рис. 1. Золотые столбиковые выходы на поверхности кристалла**

В зависимости от используемой технологии могут потребоваться дополнительные операции, например, создание добавочного слоя металлизации под будущими выводами, что связано с затратами времени и средств.

При пайке оплавлением возникает необходимость в операции очистки от остатков флюса, т. к. их наличие способствует образованию пустот в толще паяно-

\* J. Jay Wimer, “3-D Chip Scale with Lead-Free Processes”. – Журнал “Semiconductor International”, 2003, No 10.



**ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ**
**Сравнительные характеристики трех основных способов монтажа микросхем**

Характеристики	Способ монтажа		
	Пайка выводов методом оплавления	Контакт золотых выводов с золотыми площадками	Склейка электропроводным клеем
Переходное сопротивление, мОм	менее 10		25 и более
Температура образования соединения, °С	от 270 до 350		около 200
Использование недоливка	Используется после пайки. Эффективность зависит от смачиваемости недоливком поверхностей кристалла и подложки	Непроводящие ...	Проводящие ...
		... клеи используются в качестве недоливка. Недоливки наносятся на очищенную подложку перед позиционированием кристалла.	
Возможность установки кристаллов на расстоянии менее 1 мм	Проблематична	Обеспечивается	Проблематична
Возможность создания выводов с шагом менее 0,1 мм и числом выводов более 500 на кристалл	Проблематична (есть опасность создания мостиков припоя при малом шаге выводов)	Обеспечивается	Проблематична
Возможность использования подложек	Не годится для органических и гибких подложек	Годится для любых подложек, включая гибкие	
Частота возникновения отказов при резком изменении температуры	Средняя или высокая		Низкая
Возможность контроля точности позиционирования микросхем в процессе монтажа	Отсутствует		Обеспечивается
Пригодность для монтажа мощных компонентов, транзисторов FET, IGBT	Проблематична из-за различия коэффициентов линейного расширения	Обеспечивается	Не обеспечивается

го соединения и растеканию флюса в сторону от места расположения вывода.

В случае монтажа кристаллов больших размеров может возникнуть погрешность в расположении его крайних выводов относительно площадок подложки, обусловленная различными коэффициентами линейного расширения кристалла и подложки.

Не следует также недооценивать механические напряжения, возникающие в паяном соединении в процессе изменения температуры. Влияние этого фактора возрастает с увеличением размеров кристалла. Для его компенсации между кристаллом и подложкой вводят промежуточный слой полимера, называемого недоливком. Качество недоливка существенно влияет на надежность изделия. Во избежание отслоения выводов и потери контакта недоливки должны быть однородными, без пустот и обладать хорошей адгезией как к кристаллу, так и к подложке.

Различие коэффициентов линейного расширения влияет также и на изделия, монтируемые с помощью электропроводных клеев. Здесь также используют недоливки. Однако, если при нагревании он расширяется больше, чем электропроводный клей, контакт между кристаллом и подложкой может быть нарушен.

Кроме того, следует учитывать, что электрический контакт, создаваемый с помощью электропроводного клея, образуется вследствие наличия в нем токопроводящих частиц диаметром менее 1 мкм (25 мкм). Поэтому во избежание потери контакта неплоскостность сочленяющихся поверхностей не должна превышать этой величины. В идеальном случае композитный клей должен был бы иметь тот же коэффициент линейного расширения, что и находящийся с ним в контакте диэлектрик, до-

стичь чего можно было бы значительно проще, если бы в клею не было проводящих частиц. Поэтому здесь необходимо использовать различные способы крепления.

Уменьшение размеров контактных площадок ограничено свойствами подложки. Как правило, на гибких подложках допустимы площадки меньших размеров. Это объясняется соотношением между толщиной подложки и диаметром переходных отверстий, соединяющих различные ее слои. При большой толщине подложки создание переходных отверстий малого диаметра не представляется возможным. Кроме того, при соотношении толщины подложки и диаметра отверстия более чем 5:1, невозможно создать в отверстии качественный слой металлизации. Если, например, в некотором изделии ширина дорожек и расстояние между ними должны быть не более 50 мкм, то диаметр переходных отверстий также должен быть равен этой величине. Следовательно, толщина подложки в этом случае должна быть не более 250 мкм. Дополнительное преимущество гибких подложек заключается в возможности придания им различной формы, и, как следствие, в большем разнообразии форм и габаритов корпусов микросхем.

В зависимости от способа миниатюризации подготовка кристалла микросхемы к монтажу может быть выполнена как до резки кремниевой пластины на отдельные кристаллы, так и после нее. К примеру, на кристалл могут быть нанесены дополнительные слои металлизации или выполнено перераспределение выводов. Кристаллы, предназначенные для пайки или приклеивания электропроводными клеями, лучше всего готовить до резки пластины. Для монтажа с применением непроводящих клеев формирование стол-

биковых выводов можно осуществить сравнительно простыми способами, как на неразрезанной кремниевой пластине, так и на отдельном кристалле. Пайка или склейка электропроводными клеями предпочтительны для крупносерийного производства, в то время как монтаж с помощью непроводящих клеев больше применим для выпуска малых и средних серий.

В таблице представлены сравнительные характеристики трех основных способов монтажа микросхем.

#### **Скорость монтажа и возможность его автоматизации**

Способы монтажа с помощью золотых выводов и электропроводных клеев лишены многих недостатков, присущих пайке. Являясь по сути механическими операциями, они могут быть легко автоматизированы. Правда, в некоторых случаях возникает необходимость в ручной сборке, что требует участия квалифицированных монтажников. Во всяком случае, использование этих способов предоставляет широкие возможности монтажа различных типов микросхем на различные подложки.

Процесс создания золотых столбиковых выводов на поверхности кристалла может быть автоматизирован как для неразрезанной кремниевой пластины, так и для отдельного кристалла. В отличие от других способов монтажа для выращивания золотых выводов (см. рис.1) не требуется предварительная металлизация. Используемый для монтажа непроводящий клей наносит на подложку способом трафаретной печати.

Применение непроводящих термопластичных клеев позволяет несколько уменьшить действие сил, возникающих вследствие различных коэффициентов линейного расширения кристалла и подложки. Эти клеи размягчаются при нагревании, что позволяет упростить и ускорить монтаж, сведя его к трем операциям: нагреву, прижиму и охлаждению кристалла. Типовыми параметрами процесса монтажа являются:

- сила прижима (на один вывод) от 50 до 80 г
- температура от 150 до 250 °С
- время отвердевания не более 10 с
- точность позиционирования кристалла  $\pm 5$  мкм.

Термопластичные непроводящие клеи отличаются низким газовыделением, так как при их применении отсутствует химическая реакция. Это дает возможность использовать их в герметизированной аппаратуре. Скорости изготовления изделий с применением этих клеев и хорошо известных эпоксидных соизмеримы. Отличие состоит в том, что первые допускают ремонт печатных плат с заменой микросхем. Это особенно важно в случае применения микросхем с большим числом выводов, замена которых экономически оправдана.

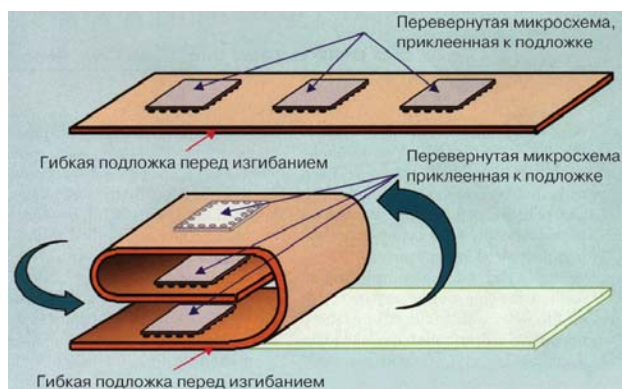
Установка микросхем на печатную плату может осуществляться как вручную, так и автоматически в зависимости от способа соединения, числа выводов и т. д. При автоматической или полуавтоматической

установке для позиционирования микросхемы относительно места посадки используют серийно выпускаемое или специализированное оборудование. Затем микросхему прижимают к плате, в результате чего ее выводы сплющиваются и под действием местного нагрева (в течение 10 с) создается надежное соединение золотых выводов и контактной площадки, а также отвердевание клея. Монтаж с помощью клея существенно ускоряет процесс изготовления изделий и обеспечивает надежность соединения.

На хорошо спроектированном оборудовании все соединения можно выполнить за одну технологическую операцию, при этом шаг между выводами может быть менее 100 мкм, а толщина гибкой подложки – 25 мкм. В таком оборудовании предусматривается возможность регулировки силы прижима выводов микросхемы для компенсации неровности подложки и различий в форме выводов. Это особенно важно в случае монтажа микросхем с большим числом выводов.

#### **Характеристики и производительность**

Использование flip-chip- и SMD-компонентов в сочетании с гибкими подложками позволяет достичь максимальной степени миниатюризации изделий. Гибкой подложке с установленными на нее микросхемами может быть придана форма многоярусной конструкции (рис. 2).



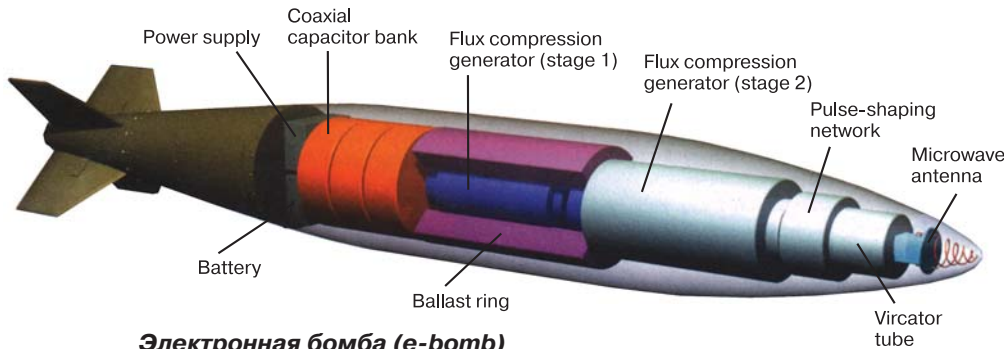
**Рис. 2. Монтаж микросхем на гибкую подложку и формирование пространственной конструкции**

Выбор наиболее приемлемой flip-chip-технологии является решающим фактором для успешного продвижения изделия на рынке, однако должно быть принято всесторонне обдуманное решение об оптимальной степени миниатюризации. Например, существующие технологии позволяют провести дальнейшую миниатюризацию мобильных телефонов. Однако, полученное в результате этого изделие может оказаться более трудоемким и дорогостоящим в изготовлении и менее удобным в эксплуатации. С другой стороны, увеличение расходов на дальнейшую миниатюризацию может быть оправдано для медицинских имплантантов, так как они составляют лишь незначительную часть общих расходов на лечение.

**ПО СТРАНИЦАМ ЖУРНАЛА IEEE SPECTRUM \***

**Электронная бомба против электронного оружия.** Как известно, ядерное оружие обладает большой разрушительной силой. Кроме того, к поражающим факторам этого оружия относится радиоактивное излу-

электронные устройства, оставляя противника без средств телекоммуникации, радаров и сонаров, транспортных средств с электронным управлением и т. п. Из строя выходят телецентры, радиостанции, электро-



**Электронная бомба (e-bomb)**

чение и мощный электромагнитный импульс, способный вывести из строя электронное и электротехническое оборудование. В связи с запретом на распространение и использование ядерного оружия ученые сосредоточили усилия на создании новых электронных бомб (e-bomb), обладающих только одним из трех поражающих факторов ядерного оружия. Этим фактором является мощный электромагнитный импульс. Электронные бомбы генерируют единичные 100-наносекундные импульсы мощностью от сотен мегаватт до единиц гига-ватт. Импульсы такой мощности мгновенно разрушают

станции и другие начиненные электроникой объекты. При этом такое излучение может не оказывать никакого явного влияния на состояние людей, жилых помещений, промышленных зданий и т. п.

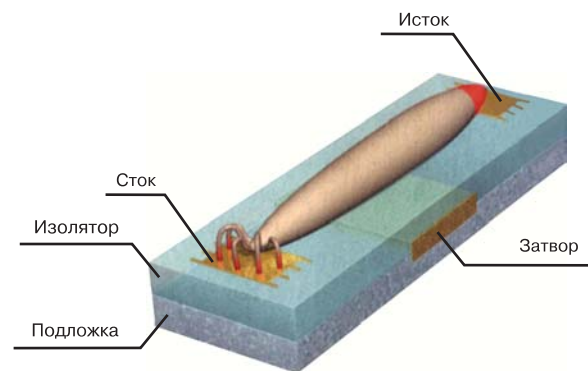
Электронная бомба содержит конденса-

торную батарею и двухступенчатый генератор на основе сжатия магнитного потока, обеспечивающие мощность импульсов до 10 ГВт. Специальный генератор формирует импульсы высокой мощности частотой 5 ГГц, которые выводят из строя электронную аппаратуру в радиусе более 500 м.

Таким образом, обладатель такого электронного оружия, как системы наведения, приборы ночного видения, БТЗ, танки с электронным зажиганием и т. д., становится заложником максимальной электронизации своей техники, которая может отказать, как только противник применит электронную бомбу.

**“Умные” вирусы собирают нанотранзисторы.**

Полгода назад руководитель лаборатории Массачусетского технологического института Angela Belcher сделала сообщение о том, что в ближайшее время в ее лаборатории с помощью геной инженерии будут созданы специальные вирусы с оболочкой из полупроводникового материала, например, сульфида цинка ZnS. Такой вирус предназначен для соединения двух электродов (стока и истока), расположенных на подложке, как это показано на рисунке. Сам процесс, получивший название “направленная эволюция”(directed evolution), заключается в конструировании вируса с оболочкой из полупроводникового материала, запуска программы размножения этого вируса, после чего искусственно созданные вирусы автоматически соединяются с золотыми электродами, образуя канал полевого транзистора. На конечной стадии этого процесса происходит выпаривание вируса, в результате чего на подложке остается только его оболочка из полупроводникового материала. Созданный таким образом кристалл имеет размеры 850×7 нм, а сам полупроводниковый канал



**Вирус с оболочкой из сульфида цинка**

имеет ширину не более 2-3 нм. Angela Belcher разработала технологию объединения полученных с помощью геной инженерии нанотранзисторов в многослойные матрицы, на основе которых может быть создана, например, Flash-память объемом до 30 Гбайт, причем размеры этой памяти будут не более 1 см<sup>2</sup>.

\* Материалы из журнала IEEE SPECTRUM, November, 2003 подготовил В. Романов.



## ИТОГИ КОНКУРСА “ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА 2003 ГОДА”

Редакция журнала ЭКиС подвела итоги проводимого среди читателей журнала с 2001 г. ежегодного конкурса на лучшую разработку. Направленные на конкурс статьи в течение года публиковались в специальной рубрике журнала. Жюри конкурса, в которое вошли главный редактор журнала ЭКиС д.т.н. В. Романов, директор VD MAIS В. Давиденко, к.т.н. А. Ермолович, к.т.н. В. Макаренко, В. Охрименко и технический редактор Г. Местечкина, отмечает рост уровня представленных на конкурс разработок. Каждая из них отличается новизной и оригинальностью, выполнена с применением современной элементной базы и, как правило, не уступает зарубежным аналогам.

С учетом этого и следуя установившейся практике, жюри конкурса приняло решение наградить бесплатной подпиской на журнал ЭКиС на 2004 г. разработчиков приборов для систем автоматизации технологических процессов (НПП “РегМик”, г. Чернигов), ультразвукового датчика движения (НУ „Львівська Політехніка”, г. Львов), системы криптографической защиты конфиденциальной информации в каналах сотовой связи стандартов GSM 900/1800 (корпорация “ТАСКО”, г. Киев), электронной системы нового поколения для наружного освещения (НПФ “Интегдиф”, г. Киев), магнитоэлектрических виброизлучателей с уменьшенным уровнем акустического излучения (АООТ “МАРС”, г. Киев), видеокомпьютерного комплекса для наблю-



**Видеокомпьютерный комплекс для наблюдения за динамическими объектами**

дения за динамическими объектами (ИК НАН Украины, г. Киев), портативного хронофлуорометра для экспресс-диагностики фотосинтеза (ИК НАН Украины, г. Киев).

Сотрудничество редакции ЭКиС с авторами публикаций, размещенных в этой рубрике, проявляется также в презентации представленных изделий на международных специализированных выставках и оказании информационной поддержки при продвижении их изделий на рынок Украины.



**Портативный хронофлуорометр для экспресс-диагностики фотосинтеза**

**Приглашаем разработчиков к размещению публикаций о новых разработках на страницах ЭКиС. Публикация осуществляется бесплатно.**

### Внимание! Конкурс продолжается!

Редакция журнала “Электронные компоненты и системы” продолжает конкурс на лучшую разработку – теперь 2004 года – в области вычислительной и измерительной техники, медицинской электроники, средств связи и систем управления, средств учета электроэнергии, расхода воды и тепла и пр. Материалы на конкурс оформляются в виде статей объемом до двух страниц, включая иллюстрации, и направляются в редакцию в электронном виде (на дискете или по e-mail) для публикации в журнале ЭКиС. Операционная среда – Win95/98/2000. При подведении итогов конкурса будет учтено мнение читателей.

**Лучшие разработки будут отмечены призами.**

## УСЛУГИ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫЕ КЛИЕНТАМ VD MAIS

Прошедшие со времени создания VD MAIS 10 лет позволили значительно расширить сферу предоставляемых услуг. Начав с дистрибуции электронных компонентов нескольких всемирно известных фирм-производителей, к 2004 г.

**VD MAIS** поставляет на рынок Украины:

- **радиоэлектронные компоненты:**
  - ⊗ пассивные
  - ⊗ дискретные полупроводниковые приборы
  - ⊗ оптоэлектронные компоненты
  - ⊗ датчики

- ⊗ активные компоненты с высокой степенью интеграции
- **конструктивы**
- **кабельные изделия**
- **оборудование и материалы для поверхностного монтажа**

- **устройства и системы промавтоматики**
- **промышленные компьютеры**
- **измерительную и испытательную аппаратуру**
- **устройства оптического контроля**

и мн. др. компоненты и системы более 40 компаний, занимающих ведущие позиции на мировом рынке изделий электронной техники.

**Кроме расширения объема и номенклатуры поставляемых изделий за последние годы сформирован комплекс предоставляемых VD MAIS услуг, обеспечивающих поддержку замкнутых технологических циклов от разработки до производства изделий электронной и электротехнической промышленности, а также выполнение контрактной сборки.**

### ПЕРЕЧЕНЬ ЭТИХ УСЛУГ ВКЛЮЧАЕТ:

#### • на этапе разработки:

- \* консультации по оптимальному выбору элементной базы и предоставление бесплатных образцов для макетирования
- \* выбор покупных комплектующих изделий (ПКИ), соответствующих условиям эксплуатации изделий и обеспечивающих получение требуемых технических характеристик
- \* проектирование печатных плат (ПП) любой сложности (до 20 слоев) в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ 237552-79 или IPC-F-600F с одно- или двусторонним размещением компонентов, выполненных в любых типах корпусов
- \* разработку комплекта конструкторской и технологической документации на ПП
- \* поставку материалов для производства ПП
- \* изготовление опытных образцов ПП методом фрезерования
- \* поставку ПКИ и конструктивов для изготовления опытных образцов изделий
- \* сборку и монтаж ПП с использованием выводных и SMD-компонентов в корпусах любых видов
- \* оптимальный выбор и поставку контрольно-измерительных приборов для изготовления и испытаний эскизных и опытных образцов разрабатываемых изделий

#### • на этапе производства:

- \* поставку ПКИ и конструктивов для серийного изготовления изделий в сроки, соответствующие циклу производства
- \* изготовление печатных плат со 100 % тестированием
- \* сборку и монтаж ПП в промышленных масштабах с использованием современного оборудования фирм PACE, Samsung, Reddish Electronics, Vision и др.
- \* поставку и установку оборудования, а также технологических материалов для сборки, ремонта и обслуживания электронной аппаратуры (паяльных станций, автоматов-установщиков компонентов, печей, флюсов, паяльных паст, припоев, лаков и т. п.)
- \* обучение персонала предприятий-заказчиков методам выполнения сборочно-монтажных работ с использованием современного оборудования и материалов
- \* оптимальный выбор и поставку контрольно-измерительных приборов и оборудования для организации серийного выпуска и проведения испытательной электронной аппаратуры
- \* сервисное обслуживание и ремонт поставляемого оборудования.

### В ЧЕМ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСЛУГ VD MAIS?!

Они носят комплексный характер, начиная с этапа разработки и до внедрения в серийное производство. На всех этапах разработки, внедрения и серийного производства команда VD MAIS идет плечом к плечу с заказчиком. VD MAIS предлагает гибкие цены и гарантирует своевременность поставок. Оперативность выполнения заявок обеспечивается наличием собственного склада VD MAIS в Киеве и благодаря созданным в Харькове, Днепропетровске, Донецке и Севастополе региональным представительствам.

**10 лет работы VD MAIS на рынке Украины – наилучшая гарантия надежного партнерства!**