

**ЭЛЕКТРОННЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ  
И СИСТЕМЫ**

 2004 март  
№ 3 (79)

 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. Жилянская, 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 30.03.2003  
Формат 60×84/8  
Тираж 1500 экз.  
Зак. № 403-154-0493

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

**МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ**

- В. Охрименко  
**Перспективные сигнальные процессоры  
фирмы Analog Devices** .....3
- В. Охрименко  
**TigerSHARC – сигнальные процессоры  
для мультипроцессорных систем** .....10
- В. Охрименко  
**Сигнальные процессоры семейства SHARC** .....15
- В. Охрименко  
**Blackfin – сигнальные процессоры  
для мобильных приложений** .....20

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES**

- Усилители** .....25

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**

- Г. Местечкина  
**Интеллектуальные источники питания** .....39

**КОНКУРС "ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА"**

- А. Леонтьев, Л. Леонтьева, С. Малик  
**Анализатор xDSL** .....44

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

- Микроконтроллер со встроенной Flash-памятью  
объемом 1 Мбайт** .....48
- Транзисторы пополнили  
семейство светоизлучающих приборов** .....49

**ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ И СЕМИНАРЫ**

- Конференция: Современные электронные компоненты,  
приборы и технологии** .....51
- Семинар: Новые решения фирмы Schroff:  
применение 19" стандарта  
в области автоматизации и телекоммуникаций** .....51

**MICROCONTROLLERS AND MICROPROCESSORS**

<b>Challenging Analog Devices' DSPs</b> .....	3
<b>TigerSHARC DSPs for Multiprocessing Systems</b> .....	10
<b>SHARC DSP Family</b> .....	15
<b>Blackfin Processors for Mobile Applications</b> .....	20

**THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN**

<b>Amplifiers</b> .....	25
-------------------------	----

**POWER SUPPLIES**

<b>Smart Power Supplies</b> .....	39
-----------------------------------	----

**BEST DESIGN ANNUAL CONTEST**

<b>xDSL Analyzer</b> .....	44
----------------------------	----

**NEWS BRIEFS**

<b>Up to 1 MB of On-Chip Flash Microcontroller</b> .....	48
<b>Transistors Join Family of Light Emitting Devices</b> .....	49

**EXHIBITIONS, CONFERENCES, SEMINARS**

<b>Modern Electronic Components, Instruments and Technologies Conference</b> .....	51
<b>SCHROFF New Products Seminar</b> .....	51

**ELECTRONIC  
COMPONENTS  
AND SYSTEMS**March 2004  
No 3 (79)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.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

**В** статье дан обзор перспективных сигнальных процессоров фирмы Analog Devices, показаны темпы роста их выпуска и описаны основные преимущества.

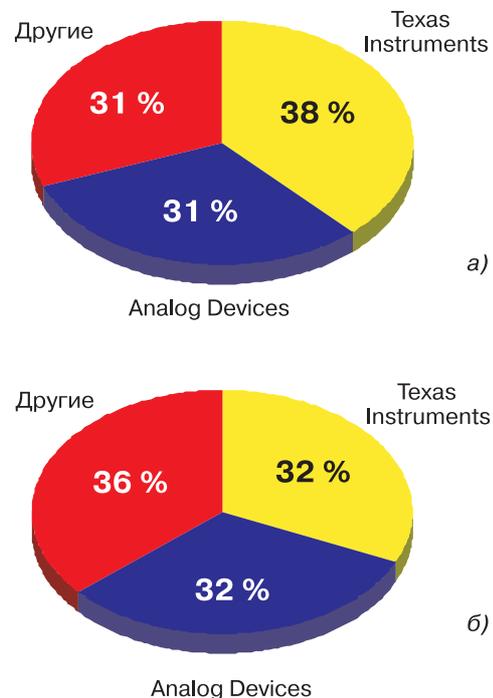
**В. Охрименко**

На мировом рынке электронных компонентов наиболее динамично развивающимся является сектор цифровых сигнальных процессоров. Львиная доля общего мирового производства микросхем сигнальных процессоров в 2002 году принадлежала фирмам Analog Devices (32 %) и Texas Instruments (32 %). Диаграммы распределения уровня продаж сигнальных процессоров между этими фирмами в 2001 и 2002 годах приведены на рис. 1 [1]. Темпы роста выпуска сигнальных процессоров во многом обусловлены развитием сетей мобильной сотовой связи, а также увеличением производства других средств телекоммуникаций [1-7].

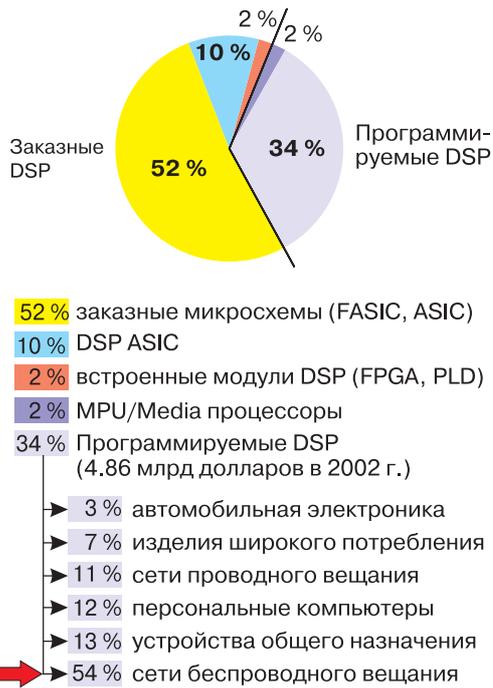
Для цифровой обработки сигналов в настоящее время используются в основном заказные микросхемы типа FASIC (Function and Algorithm Specific Integrated Circuit) и ASIC (Applications Specific Integrated Circuit), либо программируемые цифровые сигнальные процессоры. На долю заказных микросхем типа FASIC/ASIC, которые предназначены для реализации узкоспециализированных функций и алгоритмов, приходится более 60 % общего объема продаж DSP-ориентированных процессоров (рис. 2) [1]. Однако вследствие их узкой специализации и невозможности перепрограммирования встроенных функций изготовители комплексного оборудования при модернизации изделий на базе этих микросхем зачастую сталкиваются с серьезными проблемами. Подавляющая часть заказных микросхем типа FASIC/ASIC применяется в высокоскоростных многоканальных DSL-модемах, плеерах MP3, DVD-проигрывателях, кодеках для проводных телефонных сетей и т. п. Поскольку заказные микросхемы ориентированы на выполнение узкоспециализированных алгоритмов цифровой обработки, при выполнении этих алгоритмов производительность микросхем типа FASIC/ASIC обычно выше, чем производительность программируемых цифровых сигнальных процессоров. На долю последних приходится почти 40 % мирового объема продаж DSP-ориентированных процессоров. Сферы применения программируемых сигнальных процессоров: устройства для сетей беспроводного и проводного вещания, автомобильная электроника, модемы, измерительные и медицинские приборы, аудио- и видеотехника, компьютерные приставки и т. п. В последнее время существенно возросла производительность программируемых сигнальных процессоров и

расширился спектр выполняемых ими функций, обычно возлагаемых на микроконтроллеры. Повышение производительности программируемых сигнальных процессоров связано с усовершенствованием архитектуры и освоением новых технологий изготовления. Важнейшее преимущество программируемых сигнальных процессоров по сравнению с микросхемами типа FASIC и ASIC – это возможность их применения для реализации разных по назначению устройств и сокращение сроков выхода изделий на рынок.

И все же, в настоящее время, несмотря на то, что в современных программируемых цифровых сигнальных процессорах производительность уже достигла уровня, достаточного для их применения в беспроводных телекоммуникационных сетях нового поколения (устройствах, поддерживающих GSM-, CDMA- и EDGE-стандарты беспроводного вещания), в большинстве коммерческих устройств, предназначенных для циф-



**Рис. 1. Диаграммы распределения уровня продаж сигнальных процессоров на мировом рынке в 2001 (а) и 2002 (б) годах. По данным аналитического агентства Forward Concepts (США) в 2002 году общий объем продаж DSP составил 13.3 млрд долларов.**

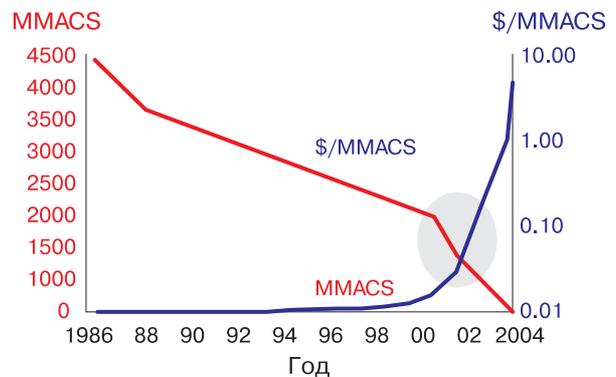


**Рис. 2. Диаграмма распределения выпуска DSP-ориентированных процессоров по типам**

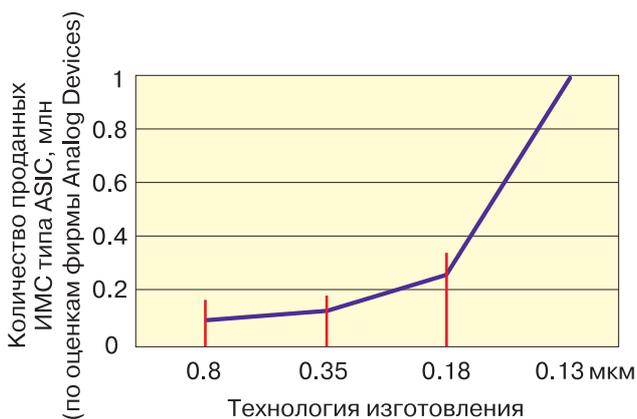
ровой обработки сигналов, используются заказные микросхемы типа FASIC/ASIC. В то же время с каждым годом улучшается соотношение стоимость/производительность и возрастает уровень производительности программируемых сигнальных процессоров с фиксированной точкой (рис. 3) [1]. Для современных сигнальных процессоров фирмы Analog Devices соотношение стоимость/производительность уже составляет 1 цент/ММАКС, а производительность достигла показателя 3000 ММАКС (APSP-BF561) [1, 2]. С другой стороны, с переходом на технологию изготовления с проектными нормами 0.13 мкм и менее стоимость разработки и внедрения микросхем с фиксированными функциями типа FASIC/ASIC существенно возрастает. При переходе от технологии 0.15 к технологии 0.09 мкм стоимость разработки комплекта фотошаблонов для фотолитографического процесса увеличивается со 100 тыс. до 1 млн долларов. Чтобы оправдать средства, вложенные в разработку микросхем типа FASIC/ASIC при переходе к изготовлению микросхем от технологии 0.18 к технологии 0.13 мкм и менее, требуется увеличение объема продаж в четыре раза (рис. 4) [1]. По оценкам некоторых специалистов только один из десяти проектов, связанных с переходом на новую технологию, экономически оправдан, поэтому в последнее время многие производители узкоспециализированных микросхем типа FASIC/ASIC при попытке снизить стоимость разработок сталкиваются с серьезными проблемами. В то же время непрерывающийся рост количества стандартов цифровой обра-

ботки аудио- и видеосигналов и постоянная их корректировка, а также рождение новых классов устройств для мобильных приложений заставляют производителей как комплексного оборудования, так и заказных микросхем все чаще и чаще поворачиваться лицом к программируемым сигнальным процессорам, поскольку при их применении модификация и даже полная модернизация изделий не влекут за собой перестройку системы на аппаратном уровне, а во многих случаях это позволяет ограничиться только "косметическим" изменением программного обеспечения.

Сигнальные же процессоры для встраиваемых приложений должны совмещать не только возможность высокоскоростной цифровой обработки сигналов, но и выполнять функции управления/контроля, которые традиционно возлагались на микроконтроллеры. Для встраиваемых и мобильных устройств характерно наличие отдельных кнопок управления или клавиатуры; дисплея для отображения информации; большого объема внешней SDRAM и флэш-памяти; источников аудио- и видеосигналов (микрофонов и видеодатчиков); высокоскоростных интерфейсов (I<sup>2</sup>S, SPORT, ITU-R 656/601, Microware, SPI, USB 1.1, USB 2.0 OTG, UART, IrDA, I<sup>2</sup>C и других), с помощью которых поддерживается обмен данными не только с модулями внутри устройства, но и с внешними устройствами (компьютерами, фото- или видеокамерами, принтерами, сканерами, GSM- и GPRS-модемами, GPS-модулями и другими). Безусловно, сигнальные процессоры для мобильных систем должны отличаться также низкой стоимостью и небольшими габаритами. Встраиваемые модули и устройства широко применяются в автомобильной электронике (для контроля состояния двигателя и управления его работой), изделиях массового потребления, измерительной и медицинской аппаратуре и т. д. Кроме того, немаловажным требованием при выборе программируемого сигнального процессора для применения в мобильных устройствах является не только его низкое энергопотреб-



**Рис. 3. График зависимости производительности и стоимости сигнальных процессоров с фиксированной точкой от года выпуска**



**Рис. 4. График зависимости количества проданных микросхем типа ASIC, позволяющих сохранить рентабельность разработки, от технологии изготовления**

ление, но и возможность динамического управления энергопотреблением в процессе работы устройства.

Спрос всегда рождает предложение. В последние годы разработчики фирмы Analog Devices приложили немало усилий для создания и выпуска новых сигнальных процессоров, отвечающих всем перечисленным требованиям (все выпущенные в последнее время новые сигнальные процессоры изготовлены на базе технологии 0.18 и 0.13 мкм). В результате появились новые сигнальные процессоры с SHARC-архитектурой, новые высокопроизводительные процессоры TigerSHARC и, безусловно, лидеры среди 16-разрядных программируемых сигнальных процессоров для мобильных приложений – ADSP-BF561/533(HS). К наиболее перспективным программируемым сигнальным процессорам фирмы Analog Devices относятся:

- сверхпроизводительные 32-разрядные сигнальные процессоры с плавающей точкой семейства TigerSHARC (ADSP-TS101/201/202/203)
- 32-разрядные сигнальные процессоры с плавающей точкой семейства SHARC (Super Harvard Architecture Computer) – ADSP-2126x и ADSP-2136x
- 16-разрядные сигнальные процессоры с фиксированной точкой семейства Blackfin (ADSP-BF531/532/533/535/561).

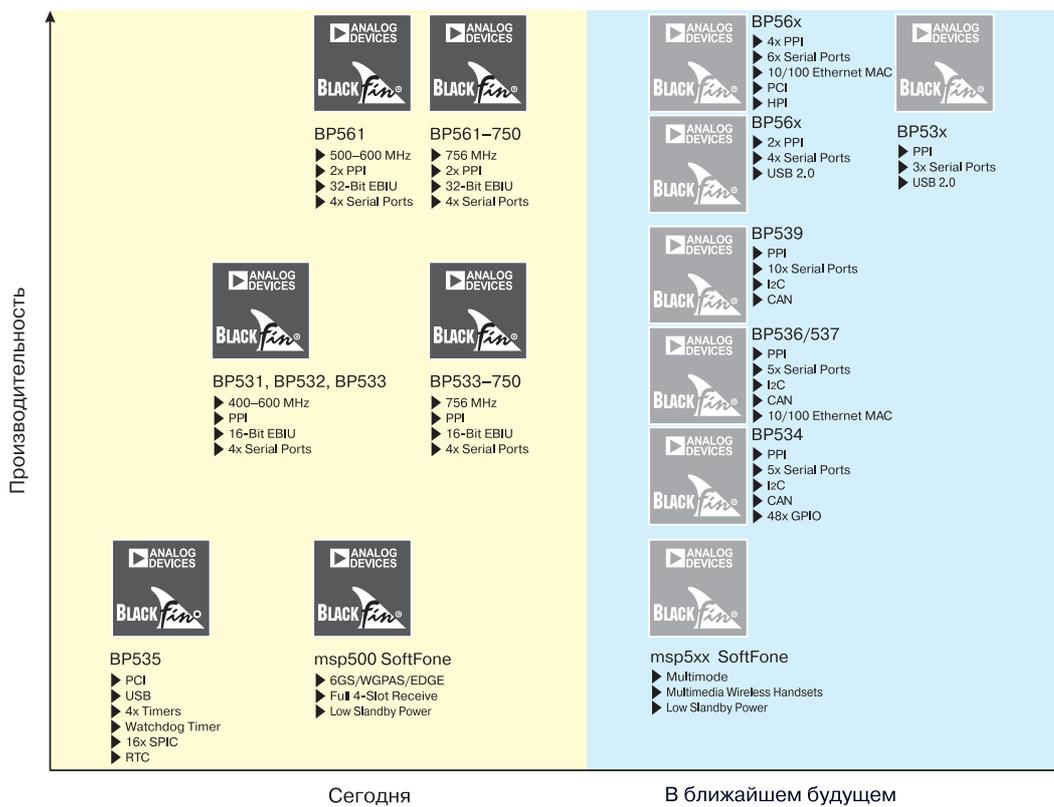
Сигнальные процессоры ADSP-TS101/201/202/203 – самые мощные процессоры, имеющие не только высокую производительность (до 4800 миллионов операций умножения с накоплением в секунду), но и развитые встроенные средства, предназначенные для создания эффективных мультипроцессорных систем. Основные сферы применения сигнальных процессоров ADSP-TS101/201/202/203: многоканальные базовые станции для сетей сотовой радиотелефонной связи третьего поколения, шлюзы Интернет-телефонии, системы обработки и сжатия трехмерных графических изображений, радары, многоканальные цифровые абонентские линии

xDSL, сонары и другие высокотехнологичные устройства промышленного и военного назначения, в которых необходимо обеспечить высокую производительность и многоканальную цифровую обработку сигналов в режиме реального времени. Интересно отметить, что сигнальные процессоры TigerSHARC, анонсированные еще в 1998 году, только с переходом к технологии изготовления 0.13 мкм превратились в конкурентоспособные изделия с приемлемым уровнем энергопотребления.

Сигнальные процессоры семейства SHARC предназначены для применения во встраиваемых устройствах для обработки аудиосигналов, высококлассной измерительной и контрольной аппаратуре, медицинской аппаратуре, бытовой электронике, системах распознавания речи, средствах телекоммуникаций и других устройствах, в которых требуется большая вычислительная мощность и развитые средства для высокоскоростного обмена данными.

Сигнальные процессоры семейства Blackfin ориентированы на применение в Интернет-приложениях (встроенные в ADSP-BF535 интерфейсы PCI- и USB-шины позволяют просто подключать его к устройствам, имеющим связь с сетью Интернет), в многоканальных модемах, мобильных телекоммуникационных устройствах, переносных фото- и видеокамерах, профессиональной аудио- и видеоаппаратуре (ADSP-BF531/532/533/561 поддерживают стандартные интерфейсы передачи видеосигналов ITU-R 656/601), а также других устройствах, в которых требуется обеспечить высокоскоростную цифровую обработку сигналов и низкое энергопотребление. В январе 2004 года фирма Analog Devices представила план развития сигнальных процессоров семейства Blackfin [7]. В течение 2004 года намечается выпустить процессоры ADSP-BF534/537/539/56x, которые будут отличаться большим объемом памяти и расширенным набором встроенных периферийных устройств (USB 2.0, PCI, 10/100 Ethernet, CAN, PPI, I<sup>2</sup>C, таймеров, последовательных портов). В модификациях сигнальных процессоров будут также содержаться: контроллер LCD-дисплея; контроллер USB 2.0 OTG (On-The-Go); модуль, поддерживающий интерфейс ATAPI, что позволит широко применять их в мобильных устройствах разного назначения (цифровых персональных ассистентах, мобильных телефонах, фото- и видеокамерах, плеерах MP3 и т. п.) [2]. Диаграмма развития сигнальных процессоров ADSP-BF5xx приведена на рис. 5.

Следует отметить также и сигнальные процессоры ADSP-2199x, которые относятся к классу DSP-контроллеров. Отличительной особенностью DSP-контроллеров ADSP-2199x является наличие в них встроенного модуля восьмиканального 14-разрядного АЦП с максимальной частотой преобразования 20 МГц; блока многофункциональных таймеров, позволяющих формировать ШИМ-сигнал одновременно по шести каналам;



**Рис. 5. Диаграмма развития сигнальных процессоров семейства Blackfin**

CAN-контроллера и встроенного интерфейса инкрементального датчика. DSP-контроллеры ADSP-2199x предназначены, главным образом, для применения в системах сбора и обработки данных в режиме реального времени, системах автоматизации технологических процессов, интеллектуальных системах управления электродвигателями, источниках бесперебойного питания, робототехнических системах, средствах телекоммуникаций, интеллектуальных датчиках и т. п.

Кроме того, фирма Analog Devices продолжает выпускать сигнальные процессоры семейства ADSP-218x/9x, предназначенные для замены выпущенных ранее сигнальных процессоров семейства ADSP-21xx при модернизации изделий, построенных на их базе.

Все рассмотренные в статье сигнальные процессоры фирмы Analog Devices не имеют встроенной памяти типа флэш. Устранить этот недостаток позволяет применение внешних микросхем флэш-памяти семейства DSM (Digital Signal Processor System Memory) фирмы STMicroelectronics. Микросхемы памяти DSM были разработаны специально для применения с сигнальными процессорами фирмы Analog Devices (ADSP-TS101, ADSP-21161N, ADSP-BF5xx, ADSP-218x/9x и другими). Флэш-память в микросхемах семейства DSM имеет защиту от неавторизованного копирования, что исключает возможность считывания содержимого микросхем памяти через JTAG-порт. Пожалуй, наибольшее преимущество микро-

схем DSM – встроенная логическая матрица (PLD), что дает возможность реализовывать на их базе дополнительные логические функции, необходимые для полноценной работы проектируемой системы. Обычно для этих целей используются микросхемы программируемой логики (ПЛИС) или дискретные микросхемы (например, серии 74LVCxxx). Полную информацию о параметрах микросхем системной памяти DSM и средствах их программирования можно найти на Web-сайте фирмы STMicroelectronics (<http://www.st.com>). Микросхемы типа DSM имеют сравнительно небольшой объем встроенной памяти. Если для реализации системы требуется больший объем флэш-памяти, то можно применять микросхемы, выпускаемые фирмой AMD (Advanced Micro Devices). К примеру, микросхема Am290L640D имеет объем 64 Мбит (возможна конфигурация 8Mx8 бит или 4Mx16 бит). Память содержит четыре банка. При температуре окружающей среды 25 °C и напряжении питания 3 В средняя длительность записи байта данных составляет 4 мкс, длительность стирания всех ячеек памяти – 49 с, время выборки – 90 нс. Прогнозируемое время хранения записанной информации при температуре 125 °C составляет 20 лет. Флэш-память допускает 1 млн циклов записи. Микросхема флэш-памяти Am290L640D изготавливается с использованием технологии 0.23 мкм. Напряжение питания от 2.7 до 3.6 В, максимальный ток потребления

45 мА, типовой – 21 мА. Микросхемы Am29DL640D выпускаются в корпусах типа 63-BGA (размерами 12×11 мм), 64-BGA (размерами 13×11 мм), 48-TSOP и предназначены для работы в диапазоне температур от -40 до 85 °С или от -55 до 125 °С.

В заключение несколько слов об оценке реальной производительности сигнальных процессоров. Достоверно оценить реальную производительность процессоров разных типов при выполнении алгоритмов цифровой обработки сигналов можно, используя обобщенный количественный показатель производительности, который получают в результате учета времени выполнения программ, реализующих двенадцать базовых алгоритмов BDTImark2000 [5]. Эти алгоритмы были предложены независимой ассоциацией BDTI (Berkeley Design Technology, Inc.). В число этих алгоритмов включены наиболее часто встречающиеся алгоритмы, используемые при цифровой обработке сигналов (алгоритмы реализации адаптивного КИХ-фильтра, двойного биквадратного БИХ-фильтра, декодера Витерби, быстрого преобразования Фурье, суммирования векторов и т. п.). Ассоциация BDTI основана в 1991 году и специализируется на разработке тестовых программ и алгоритмов, а также выполняет количественную оценку производительности процессоров разных типов. Услугами этой ассоциации пользуются многие ведущие производители микропроцессоров, а с результатами тестирования можно ознакомиться на Web-сайте ассоциации (<http://www.bdti.com>). На рис. 6 приведены показатели производительности процессоров разных типов, полученные в результате их тестирования с использованием базовых контрольных алгоритмов BDTImark2000 (декабрь 2003 года) [5].

Как видно из рис. 6, производительность сигнального процессора ADSP-BF53x с тактовой частотой 600 МГц более чем в три раза превышает производительность процессора Intel PXA2xx (XScale), создан-

ного на базе процессорного ядра ARM (версия 5T). Справедливости ради надо сказать, что приведенные показатели производительности (см. рис. 6) учитывают, главным образом, возможности процессоров при цифровой обработке сигналов. Процессоры серии Intel PXA2xx были созданы специально для мобильных приложений и по сравнению с сигнальными процессорами семейства Blackfin обладают многими другими неоспоримыми преимуществами [3, 4]. Например, процессор PXA262 содержит встроенную флэш-память объемом 256 Мбит и имеет большой набор специализированных периферийных устройств, поддерживающих обмен данными со многими стандартными устройствами ввода/вывода. В процессоре PXA262 имеется также кэш-память для хранения программ и данных объемом 32 кбайт и два вспомогательных блока кэш-памяти объемом по 2 кбайт каждый. К периферийным устройствам относятся: многофункциональный контроллер внешней памяти, поддерживающий обмен данными с памятью типа SDRAM, SRAM, ROM, синхронной ROM- и SRAM-памятью, флэш-памятью, а также с PCMCIA-картами и твердотельными флэш-дисками; контроллер DMA; контроллер LCD, обеспечивающий формирование изображений с разрешением 1024×1024 точки (рекомендуемое разрешение 640×480 точек); четыре порта UART с максимальной скоростью передачи 921.6 кбит/с, один из которых можно использовать для подключения модуля Bluetooth; инфракрасный порт, поддерживающий скорость передачи до 4 Мбит/с; порт USB (версия 1.1); порты I<sup>2</sup>C, AC97, I<sup>2</sup>S, порт MMC для подключения multimedia карт; два синхронных последовательных порта (SSP) со скоростью передачи данных до 1.84 Мбит/с, совместимых с протоколами Microwire и SPI; таймер реального времени; таймер, формирующий сигналы прерывания для операционной системы; два генератора ШИМ-сигнала; контроллер прерыва-

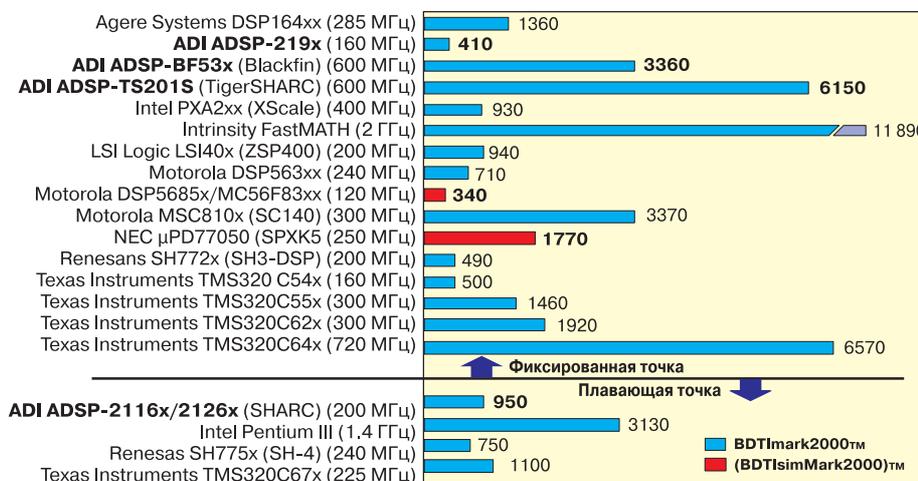


Рис. 6. Показатели производительности (BDTImark2000) для процессоров разных типов

**Показатели быстродействия сигнального процессора ADSP-BF533 при выполнении тестовых алгоритмов Consumer Benchmarks**

Название алгоритма	Число итераций/с	Размер программного кода, байт
Compress JPEG	22.04	23 636
Decompress JPEG	26.5	32 732
High Pass Gray-scale filter	574.86	44
RGB to CMYK Conversion	240.15	420
RGB to YIQ Conversion	282.37	540

ний; порты ввода/вывода общего назначения. Микросхема PXA262 выпускается в корпусе типа 294-BGA (размерами 13×13 мм) и предназначена для работы в диапазоне температур от -40 до 85 °С. Процессоры PXA26x благодаря наличию в них большого количества встроенных периферийных контроллеров и низкому потреблению предназначены для применения в мобильных телефонах, карманных компьютерах и других мобильных устройствах. Структура процессора PXA262 напоминает "многослойный пирог", в котором каждый может найти "прослойку с необходимой начинкой".

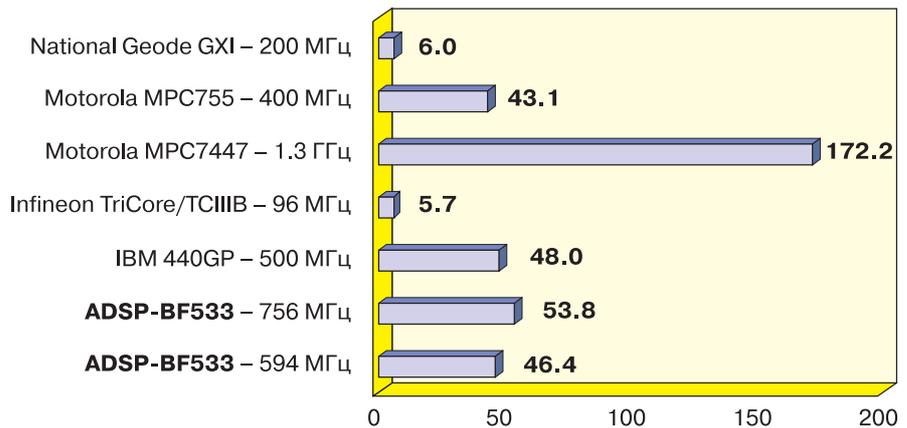
Оценкой производительности процессоров, предназначенных для встраиваемых систем, занимается также консорциум EEMBC (Embedded Microprocessor Benchmark Consortium), сформированный в 1997 году [6]. В число членов консорциума входят многие ведущие производители микропроцессорной техники (Analog Devices, Atmel, AMD, Fujitsu Microelectronics, Intel, IBM, Motorola, National Semiconductor, NEC Electronics, Philips Semiconductor, Samsung Electronics, Texas Instruments и другие). Консорциум был создан для разработки принципов и методик тестирования микропроцессоров, предназначенных для встраиваемых приложений. В результате усилий специалистов был определен перечень тестовых алгоритмов для оценки реальной производительности микропроцессоров, предназначенных для использования во встраиваемых системах разного назначения. Учитывая быстродействие микропроцессоров при выполнении ими специально отобранных алгоритмов, получают усредненные показатели производительности. Оценка производительности микропроцессоров, предназначенных для встраиваемых приложений, выполняется в нескольких категориях, соответствующих области их применения. Производительность микропроцессоров в категории Consumer определяется с учетом их быстро-

действия при выполнении программ, реализующих алгоритмы, приведенные в таблице: Compress JPEG, Decompress JPEG, High Pass Gray-scale filter, RGB to CMYK Conversion, RGB to YIQ Conversion [6]. Усредненный показатель производительности Consumer Benchmarks вычисляется с учетом быстродействия выполнения отдельных алгоритмов (см. таблицу) по формуле:

$$\sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n},$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – показатели быстродействия при выполнении отдельных алгоритмов. На рис. 7 приведены усредненные показатели производительности (Consumer Score) для некоторых типов процессоров [6].

Несомненно, новые программируемые сигнальные процессоры фирмы Analog Devices благодаря широкому набору встроенных периферийных устройств для обмена данными с "внешним миром", высокой производительности, низкому уровню энергопотребления и стоимости, небольшим габаритам с успехом можно применять во встраиваемых и мобильных устройствах самого разного назначения.

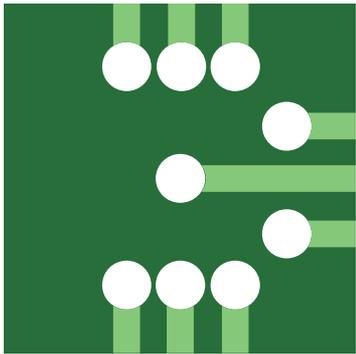


**Рис. 7. Показатели производительности (Consumer Score) для процессоров разных типов**

Более полную информацию обо всех сигнальных процессорах фирмы Analog Devices можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.analog.com/dsp>

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. The Rise of Embedded Media Processing. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
2. Analog Devices Announces Portfolio Of Blackfin Processors For Portable, Automotive And Networked Entertainment Applications. – Analog Devices, 2004 (<http://www.analog.com>).
3. Intel® PXA26x Processor Family Developer's Manual. – Intel, March 2003 (<http://www.intel.com>).
4. <http://www.intel.com>
5. <http://www.bdti.com>
6. <http://www.eembs.org>
7. <http://www.analog.com>



5-7 ОКТЯБРЯ  
2004

ВТОРАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
РОССИЯ, МОСКВА, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ДОМ ХУДОЖНИКА

# ЭЛЕКТРОНИКА

КОМПОНЕНТЫ • ОБОРУДОВАНИЕ • ТЕХНОЛОГИИ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



Министерство промышленности, науки и технологий  
Российское Агентство по Системам Управления  
Российское авиационно-космическое агентство  
Правительство г. Москвы

ИНФОРМАЦИОННАЯ  
ПОДДЕРЖКА



**МТПП** Организатор выставки –  
компания «ЧипЭкспо»  
Россия, 111141, Москва  
ул. Перовская 19/2, стр.3  
тел/факс: (095) 368-1039  
e-mail: info@chipexpo.ru  
http://www.chipexpo.ru

## TigerSHARC – СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ ДЛЯ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

**T**igerSHARC – сверхпроизводительные 32-разрядные сигнальные процессоры с плавающей точкой, предназначенные, в первую очередь, для создания мощных мультипроцессорных систем. Сигнальные процессоры этого семейства типа ADSP-TS201/2/3 по итогам престижного конкурса "Top 100 Products of 2003", ежегодно проводимого журналом EDN, вошли в число ста лучших изделий 2003 года [1].

**В. Охрименко**

Во многих случаях для реализации сложных алгоритмов цифровой обработки сигналов (например, в базовых устройствах для беспроводных широкополосных сетей третьего поколения) вычислительная мощность одного цифрового сигнального процессора недостаточна. Поэтому для увеличения производительности возникает необходимость объединения сигнальных процессоров в мультипроцессорную систему.

Архитектура сигнальных процессоров TigerSHARC ориентирована, в первую очередь, на создание высокопроизводительных мультипроцессорных систем. Отличительной особенностью всех сигнальных процессоров семейства TigerSHARC (ADSP-TS101/201/202/203) является наличие развитых средств ввода/вывода данных, которые позволяют поддерживать интенсивный межпроцессорный обмен данными и командами, что, в конечном счете, и дает возможность создавать на их базе высокоэффективные микропроцессорные системы.

Мультипроцессорная система – вычислительная система, состоящая из двух и более процессоров. Основное преимущество мультипроцессорной системы заключается в возможности ее реконфигурации для эффективной реализации конкретного алгоритма. Реконфигурация системы подразумевает не простое физическое изменение связей, установленных между отдельными процессорами в системе, а изменение, в первую очередь, направления и скорости передачи данных и команд в пределах системы, что, в конечном счете, и позволяет реализовать интенсивную мультипроцессорную обработку данных. Чтобы организовать эффективную совместную работу отдельных процессоров для осуществления необходимых вычислений, каждый из процессоров должен иметь мощные встроенные средства для выполнения высокоскоростной передачи данных. Обычно для межпроцессорного обмена используются внешняя память, доступная всем процессорам в системе, или независимые каналы связи, непосредственно соединяющие отдельные процессоры.

Все сигнальные процессоры семейства TigerSHARC предназначены для построения мультипро-

цессорных систем с реконфигурируемой архитектурой. Внешний порт со встроенной логикой арбитража доступа к внешней шине позволяет организовать кластеры процессоров, в которых обмен данными выполняется через общую память без каких-либо дополнительных аппаратных затрат. Четыре или два (ADSP-TS203) высокоскоростных 8-разрядных Link-порта предназначены для непосредственного обмена данными между процессорами или внешними устройствами. При этом управление передачей данных осуществляется с помощью 14-канального контроллера прямого доступа к памяти (DMA). Уникальные возможности сигнальных процессоров TigerSHARC обеспечивают создание высокопроизводительных мультипроцессорных структур с реконфигурируемой архитектурой, что дает возможность реализовать самые сложные алгоритмы цифровой обработки сигналов в режиме реального времени.

Семейство сигнальных процессоров TigerSHARC включает процессоры первого (ADSP-TS101) и второго (ADSP-TS201/2/3) поколений. Архитектура ADSP-TS201/2/3 базируется на структуре процессорного ядра ADSP-TS101 и отличается большим объемом встроенной памяти типа DRAM [1-7]. В отличие от процессора ADSP-TS101, имеющего сравнительно небольшой объем стандартной памяти типа SRAM, в новых сигнальных процессорах ADSP-TS201/2/3 содержится встроенная динамическая память с произвольным доступом (DRAM) довольно большого объема. Эта память разработана фирмой IBM Microelectronics, которая является лидером в выпуске DRAM-памяти на кремниевых пластинах большого диаметра (300 мм). Кроме того, фирма IBM Microelectronics занимает передовые позиции в разработке новых технологий производства полупроводниковых структур. Использование в новых сигнальных процессорах ADSP-TS201/2/3 динамической памяти вместо традиционной статической позволило увеличить общий уровень производительности вычислительного ядра процессоров, уровень интеграции сигнальных процессоров этого типа, повысить их надежность, уменьшить мощность потребления и габариты мультипроцессорных систем, создаваемых на базе этих процес-

соров. За последние годы это уже второй тип сигнальных процессоров (первыми были ADSP-2153x), разработанных специалистами фирмы Analog Devices совместно со специалистами других фирм, занимающих лидирующее положение на мировом рынке интегральной электроники. Кроме того, соглашением о сотрудничестве между фирмами Analog Devices и IBM Microelectronics предусматривается создание ряда новых высокопроизводительных сигнальных процессоров, применение которых позволит уменьшить количество используемых процессоров и увеличить объем общей памяти в одном мультипроцессорном кластере, что обеспечит повышение общей производительности.

В таблице 1 приведены основные параметры сигнальных процессоров семейства TigerSHARC [3-7]. Все процессоры этого семейства содержат высокопроизводительное вычислительное ядро, которое относится к системам типа SIMD (Single Instruction Multiple Data); большой объем встроенной статической (ADSP-TS101) или динамической памяти (ADSP-TS201/2/3); мощные периферийные контроллеры, поддерживающие высокоскоростной обмен данными в мультипроцессорных системах. Архитектура процессорного ядра сочетает все достоинства RISC (Reduced Instruction Set Computer), VLIW (Very Long Instruction Word) и традиционной архитектуры цифровых сигнальных процессоров. Для обработки потоков данных в этих сигнальных процессорах имеется два полноценных вычислительных устройства PEX и PEY (как и в ADSP-21161), содержащие ALU, умножитель/накопитель 32×32 разряда с 80-разрядным аккумулятором, 64-разрядное устройство циклического сдвига, регистровый файл объемом тридцать два 32-разрядных регистра. Кроме того, имеется еще два дополнительных целочисленных 32-разрядных ALU (JALU и KALU). Таким образом, четыре ALU позволяют выполнять параллельно четыре операции с 32-разрядными числами. В то же время, хотя сигнальные процессоры семейства TigerSHARC относятся к 32-разрядным процессорам с

плавающей точкой, возможности их архитектуры и организация работы вычислительных устройств позволяют выполнять операции с 8-, 16-, 32- и 64-разрядными числами с фиксированной точкой. В каждом цикле в процессорном ядре могут выполняться четыре инструкции, включающие до двадцати четырех операций с 16-разрядными числами с фиксированной точкой или до шести операций с числами с плавающей точкой. На рис. 1 приведен формат дан-

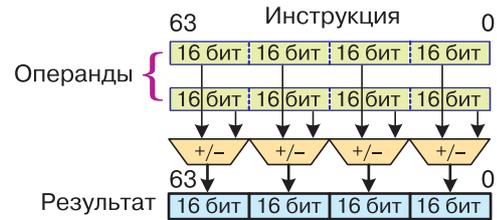


Рис. 1. Формат обрабатываемых в ALU данных

ных, обрабатываемых в ALU. Возможность работы с данными, представленными в разных форматах, позволяет значительно увеличить производительность этих сигнальных процессоров. Кроме того, вспомогательные целочисленные ALU могут работать в двух режимах. В первом JALU и KALU используются в качестве генераторов адресов при косвенной адресации к встроенной и внешней памяти, во втором – для целочисленной обработки данных (выполнения операций сложения, вычитания и т. п.). Архитектура самого производительного сигнального процессора ADSP-TS201S приведена на рис. 2. Все вычислительные устройства и блоки памяти процессора объединены четырьмя 128-разрядными шинами данных.

Максимальная производительность ADSP-TS201 составляет 4800 MMACS (миллионов операций умножения с накоплением в секунду). Длительность выполнения некоторых базовых тестовых программ приведена в таблице 2 [3-6]. Скорость обмена данными и максимальная производительность сигнальных про-

Таблица 1. Основные параметры сигнальных процессоров семейства TigerSHARC

Тип ADSP-	TS101S	TS201S	TS202S	TS203S
Максимальная тактовая частота, МГц	300	600	500	
Макс. производительность, MMACS	2400	4800	4000	
Объем (тип встроенной памяти), Мбит	6 (SRAM)	24 (DRAM)	12 (DRAM)	4 (DRAM)
Разрядность внешней шины данных, бит	32/64		32	
Напряжение питания ядра, (схем ввода/вывода), В	1.2, (3.3)	1.2, (2.5)	1.0, (2.5)	
Число Link-портов	4		2	
Число каналов DMA	14		10	
Типовой ток потребления, А	1.5		2.39	
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85			
Число выводов и тип корпуса, (размеры, мм)	484-BGA, (19×19); 625-BGA, (27×27)		576-BGA, (25×25)	

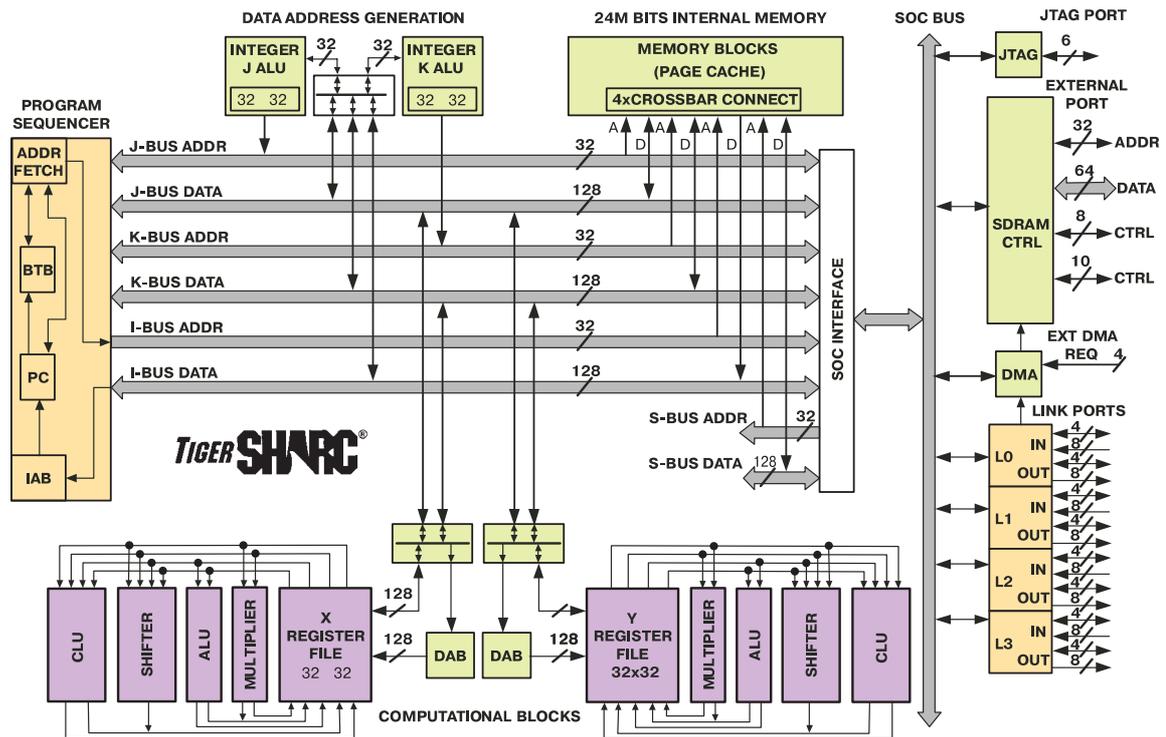


Рис. 2. Архитектура сигнального процессора ADSP-TS201

цессоров TigerSHARC приведены в таблице 3 [3-6]. Сигнальный процессор ADSP-TS201 содержит шесть блоков динамической памяти общим объемом 24 Мбит. Процессор ADSP-TS101 имеет три блока встроенной памяти (SRAM). В каждом из блоков могут храниться как данные, так и программный код. Кроме того, в каждом блоке встроенной памяти имеется сегмент кэш-памяти объемом 128 кбит. Длительность обращения к кэш-памяти составляет один цикл. Структура встроенной памяти и четыре независимых шины данных обеспечивают максимальную скорость обмена данными со встроенной памятью 33.6 Гбайт/с. 14-канальный контроллер прямого доступа к памяти (DMA) выполняет пересылки данных одновременно с работой процессорного ядра. Кроме

контроллера DMA важным средством для поддержания высокоскоростного обмена данными с общей памятью является контроллер внешнего порта (EXTERNAL PORT). Внешние 64-разрядная мультиплексируемая шина данных и 32-разрядная шина адреса обеспечивают интерфейс не только с внешней памятью (SRAM или SDRAM), но и с хост-процессором. Обмен данными с хост-процессором выполняется в режиме "захвата" внешней шины. Синхронизация процесса "захвата" осуществляется посредством простого протокола, в котором используются два сигнала. Хост-процессор может выполнять операции записи или чтения ячеек встроенной памяти, а, кроме того, имеет доступ к регистрам управления/контроля ADSP-TS201. Обмен данными с хост-процессором

Таблица 2. Длительность выполнения некоторых базовых программ

Тип алгоритма	ADSP-TS201S		ADSP-TS202S/203S	
	Длительность выполнения	Число циклов	Длительность выполнения	Число циклов
Тактовая частота, МГц	600		500	
Обработка 32-разрядных чисел				
БПФ с основанием 2 (1024 точки, комплексные числа)	15.7 мкс	9419	18.8 мкс	9419
БПФ с основанием 2 (64 К точек, комплексные числа)	2.33 мс	1 397 544	2.8 мс	1 397 544
Секция КИХ-фильтра	0.83 нс	0.5	1 нс	0.5
Матричный умножитель [8x8]·[8x8]	2.3 мкс	1399	2.8 мкс	1399
Обработка 16-разрядных чисел				
БПФ с основанием 2 (256 точек, комплексные числа)	1.5 мкс	928	1.9 мкс	928

**Таблица 3. Скорость обмена данными и максимальная производительность сигнальных процессоров семейства TigerSHARC**

Наименование параметра		ADSP-TS201S	ADSP-TS202S/203S
Тактовая частота, МГц		600	500
Максимальная производительность, MMACS, при обработке:	32-разрядных чисел	1200	1000
	16-разрядных чисел	4800	4000
Скорость обмена с использованием каналов DMA, Гбайт/с:	через внешний порт	1	0.5
	через каждый Link-порт	1	0.5

может выполняться и в пакетном режиме. Контроллер внешнего порта поддерживает скорость передачи данных через внешнюю шину до 1 Гбайт/с. Контроллер синхронной динамической памяти обеспечивает интерфейс со стандартными микросхемами SDRAM-памяти объемом 16, 64, 128 или 256 Мбит.

В отличие от SHARC-процессоров ADSP-2116x, в сигнальных процессорах семейства TigerSHARC отсутствуют последовательные порты. Для реализации непосредственного обмена данными между сигнальными процессорами семейства TigerSHARC в процессорах ADSP-TS201/2/3 предусмотрены только высокоскоростные Link-порты. Более того, контроллеры Link-портов, реализованные в сигнальных процессорах ADSP-TS201/213 (в отличие от ADSP-21161N и ADSP-TS101S), осуществляют двунаправленную передачу данных в стандарте LVDS (Low Voltage Differential Signaling). Интерфейс LVDS предназначен для высокоскоростной передачи данных как между устройствами, расположенными на одной печатной плате, так и между платами одного устройства. Максимальная длина линий связи между устройствами, предусмотренная в стандарте LVDS, составляет 10 метров. Контроллеры Link-портов могут работать одновременно и независимо друг от друга. Каждый из Link-портов может работать в режиме передачи 8-разрядных данных или передачи и приема 4-разрядных. Синхронизация передаваемых данных осуществляется управляющими и тактовыми сигналами. Стробирование данных осуществляется по каждому фронту тактового сигнала, поэтому при максимальной частоте сигнала стробирования 500 МГц скорость передачи данных через каждый порт составляет 1 Гбайт/с. Тактовая частота Link-портов в процессорах ADSP-TS202/203 составляет 250 МГц. Link-порты имеют буферизованные входные и выходные регистры данных, которые доступны как для процессорного ядра, так и контроллера DMA. Link-порты – мощнейшее средство создания разнообразных архитектур мультипроцессорных систем.

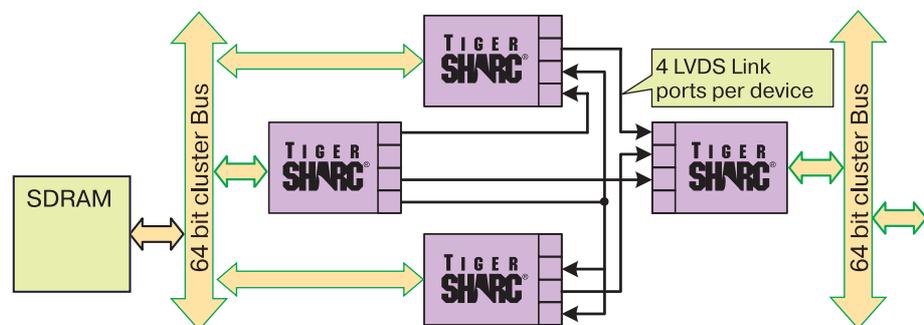
После включения питания встроенная память ADSP-TS201 может быть загружена программным кодом из внешней EPROM-памяти с помо-

щью хост-процессора, в качестве которого можно использовать, например, другой ADSP-TS201/2/3, или через один из Link-портов. Кроме того, после включения питания возможно также выполнение программы по одному из четырех адресов из внешней или встроенной памяти. После включения питания процессорное ядро ADSP-TS201 всегда переходит в "холостой" режим и ожидает сигнала прерывания для начала работы.

Для работы сигнального процессора ADSP-TS201 необходимо несколько источников напряжения питания. Напряжение питания процессорного ядра составляет  $1.20 \pm 0.06$  В, буферных схем ввода/вывода –  $2.50 \pm 0.13$  В, динамической памяти –  $1.500 \pm 0.075$  В; для работы системы ФАПЧ необходим источник напряжения  $1.20 \pm 0.06$  В.

Встроенный в процессоры JTAG-порт обеспечивает возможность тестирования микросхем ADSP-TS201. С помощью стандартных внутрисхемных эмуляторов, подключаемых к JTAG-порту, осуществляется управление работой сигнального процессора в процессе отладки программного обеспечения, в том числе и в процессе работы мультипроцессорной системы. Сигнальные процессоры ADSP-TS201 имеют встроенную систему ФАПЧ, с помощью которой формируются тактовые сигналы для работы процессорного ядра, периферийных контроллеров и Link-портов. В сигнальном процессоре ADSP-TS201 имеется два 64-разрядных таймера.

Для разработки и отладки прикладного программного обеспечения фирма Analog Devices предлагает интегрированную программную среду IDE (Integrated



**Рис. 3. Пример мультипроцессорной системы, построенной на базе сигнального процессора ADSP-TS201**

Development Environment), которая включает программный пакет Visual DSP++, оценочную плату и внутрисхемные эмуляторы, подключаемые к USB-порту или PCI-шине персонального компьютера.

В настоящее время фирма Analog Devices предлагает сигнальные процессоры TigerSHARC по следующим ценам (в партии 10 тыс. шт.):

- ADSP-TS201 (тактовая частота 600 МГц, объем памяти 24 Мбит) – \$ 299
- ADSP-TS201 (тактовая частота 500 МГц, объем памяти 24 Мбит) – \$ 207
- ADSP-TS202 (тактовая частота 500 МГц, объем памяти 12 Мбит) – \$ 149
- ADSP-TS203 (тактовая частота 500 МГц, объем памяти 4 Мбит) – \$ 34.95.

Более полную информацию о сигнальных процессорах семейства TigerSHARC и средствах их отладки можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.analog.com/dsp>

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Analog Devices honored with industry awards for leading-edge products of 2003. Press Release. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
2. Analog Devices and IBM collaborate on new family of high-performance DSPs. Press Release. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
3. TigerSHARC. Embedded Processor ADSP-TS101S. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
4. TigerSHARC. Preliminary Technical Data Embedded Processor ADSP-TS201S. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
5. TigerSHARC. Preliminary Technical Data Embedded Processor ADSP-TS202S. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
6. TigerSHARC Preliminary Technical Data Embedded Processor ADSP-TS203S. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
7. <http://www.analog.com>

# ТИЖДЕНЬ ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## 26-29 КВІТНЯ

# ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ

Виставковий центр  
  
**КИЇВ ЕКСПО ПЛАЗА**  
(м. "Нивки", вул. Салютна, 2-Б)

ПЕРША МІЖНАРОДНА ВИСТАВКА КОМПОНЕНТІВ, КОМПЛЕКТУЮЧИХ, ОБЛАДНАННЯ, ТЕХНОЛОГІЙ

**Тематичні напрями виставки:**

- Активні компоненти
- Пасивні компоненти
- Оптиелектронні компоненти
- Механічні компоненти
- Комплектуючі вироби
- Промислова автоматика

**У програмі виставки:**

- ☑ 27 квітня — конференція "Сучасний стан ринку електронних компонентів в Україні".
- ☑ 28 квітня — конференція "Сучасні електронні компоненти, прилади і технології".

Виставка відбудеться одночасно з провідною міжнародною виставкою енергетики, енергозбереження та електротехніки **elcomUkraine 2004**.

## ЗАПРОШУЄМО ВІДВІДАТИ ВИСТАВКУ!

Замовлення запрошень, програма виставки на сайті [www.components.euroindex.ua](http://www.components.euroindex.ua)

Організатори виставки

"Євроіндекс"

"Фейртрейд"

Інформаційний партнер виставки

"Чіп Ньюс Україна"

Інформаційний партнер Тижня промислових технологій

"Україна промислова"

## СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ СЕМЕЙСТВА SHARC

Фирма *Analog Devices* продолжает пополнять семейство высокопроизводительных сигнальных процессоров с SHARC-архитектурой новыми изделиями. В 2003 году были представлены новые сигнальные процессоры ADSP-21262/266/267/364/365.

**В. Охрименко**

Термин "супергарвардская архитектура" (SHARC-архитектура) начал применяться после выпуска фирмой *Analog Devices* сигнальных процессоров ADSP-2106x. В отличие от классической гарвардской архитектуры, которая основана на двух независимых блоках памяти программ и данных, а также двух независимых шинах для обмена с памятью программ и данных соответственно, в архитектуру сигнальных процессоров ADSP-2106x/2116x семейства SHARC добавлены кэш-память программ и специализированный контроллер ввода/вывода. Из-за специфических особенностей алгоритмов цифровой обработки сигналов часть команд при выполнении алгоритмов используется многократно, поэтому если разместить эти команды в кэш-памяти, можно увеличить эффективность обмена по шине программ, используя ее в отдельные интервалы времени для выборки данных (коэффициентов). Все сигнальные процессоры семейства SHARC имеют встроенную ассоциативную кэш-память программ объемом тридцать два 48-разрядных слова. С помощью контроллера ввода/вывода осуществляются пересылки данных в режиме прямого доступа к памяти между встроенной памятью и периферийными устройствами, что также повышает производительность процессорного ядра.

Во всех новых SHARC-процессорах, как и в ранее выпущенных процессорах ADSP-2116x, используется одно и то же базовое процессорное ядро [1-8]. При этом тактовая частота процессорного ядра увеличена со 100 (ADSP-21161N) до 300 МГц (ADSP-21364/365) [6,7]. Процессорное ядро ADSP-2116x содержит два полноценных вычислительных устройства (PEX и PEY) и относится к вычислительным системам

типа SIMD (Single Instruction Multiple Data – один поток команд, много потоков данных). Каждое вычислительное устройство имеет 10-портовый регистровый файл, содержащий тридцать два 32-разрядных регистра. С помощью регистровых файлов поддерживается обмен данными между вычислительными устройствами и встроенной памятью. В SHARC-процессорах благодаря использованию супергарвардской архитектуры появилась возможность в течение одного цикла выполнять выборку инструкции из кэш-памяти программ и четырех операндов из встроенных блоков памяти. Для сравнения производительности новых сигнальных процессоров SHARC в таблице 1 приведено время выполнения некоторых базовых алгоритмов и математических операций. Архитектура процессорного ядра и встроенной памяти сигнального процессора ADSP-21262 приведена на рис. 1 [3]. В таблице 2 даны основные параметры новых сигнальных процессоров SHARC [2-7].

При разработке новых SHARC-процессоров ставилась цель, используя высокопроизводительную и гибкую архитектуру процессорного ядра ADSP-2116x, создать сигнальный процессор с пониженным энергопотреблением; расширить его функциональные возможности за счет интеграции большего набора периферийных устройств, поддерживающих связь с разными стандартными и нестандартными внешними устройствами ввода/вывода данных; уменьшить габаритные размеры корпуса; снизить стоимость микросхемы. Для уменьшения количества выводов, а следовательно, и размеров корпуса в новых SHARC-процессорах уменьшена разрядность внешних шин адреса и данных. Вместо традицион-

**Таблица 1. Длительность выполнения некоторых базовых алгоритмов и математических операций**

Тип алгоритма	Тип сигнального процессора ADSP-				
	21161N	21262, 21266	21267	21364, 21365	
Тактовая частота, МГц	100	200	150	300	
БПФ с основанием 4 (1024 точки), мкс	171	46	61.3	31	
Секция КИХ-фильтра, нс	5	2.5	3.3	1.67	
Секция БИХ-фильтра, нс	40	10	13.3	66	
Матричный умножитель, нс:	[3×3]:[3×1]	30	22.5	30	15
	[4×4]:[4×1]	37	40	53.3	26.6
Деление (Y/X), нс:	60	15	20	11.66	
Вычисление $1/\sqrt{x}$ , нс	40	22.5	30	18.15	

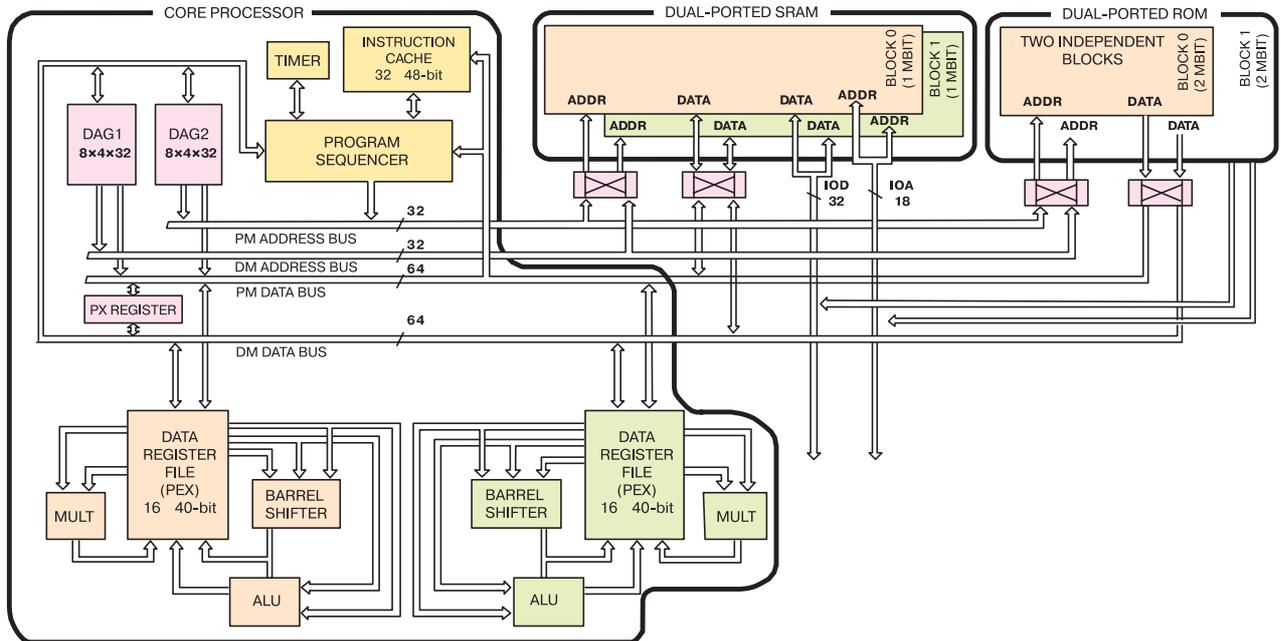


Рис. 1. Архитектура процессорного ядра и встроенной памяти сигнального процессора ADSP-21262

ного для сигнальных процессоров ADSP-2106x/16x многоразрядного внешнего порта (EXTERNAL PORT) [2], поддерживающего хост-интерфейс и межпроцессорный обмен данными через общую память, новый ADSP-21262 содержит параллельный порт (PP – Parallel Port), в котором для адресации и передачи данных используется всего 16 линий ввода/вывода. Для управления передачей данных используются три сигнала (RD, WR, ALE). Контроллер параллельного порта поддерживает обмен данными по внешней мультиплексируемой шине в 8-разрядном (24-разрядное адресное пространство) или 16-разрядном формате (16-разрядное адресное пространство). В ADSP-21262 используется мультиплексируемая шина адреса/данных. Параллельный порт обеспечивает работу с внешней памятью типа SRAM с использованием каналов прямого доступа к памяти. Максимальная скорость передачи данных через парал-

лельный порт составляет 66 Мбайт/с при тактовой частоте процессора 200 МГц. Уменьшение разрядности внешней шины адреса/данных по сравнению с сигнальным процессором ADSP-21161N привело к резкому сокращению скорости обмена по этой шине, вследствие чего пришлось отказаться от мультипроцессорного обмена через общую память. Кроме того, в новых процессорах SHARC отсутствуют также высокоскоростные Link-порты, имеющиеся в ADSP-21161N и предназначенные, главным образом, для организации обмена данными между отдельными процессорами в многопроцессорной системе. Следует отметить, что новый процессор ADSP-21262 несовместим по расположению выводов и их назначению с выпущенными ранее сигнальными процессорами ADSP-2106x/2116x. Кроме того, в новых процессорах ADSP-21262 уменьшено напряжение питания процессорного ядра до 1.2 В, что позволило поч-

Таблица 2. Основные параметры сигнальных процессоров SHARC

Тип ADSP-	Макс. тактовая частота, МГц	Производительн., макс.		Объем встроенной памяти, Мбит		Кол-во последовательных портов	Link-порты	DAI	Кол-во каналов DMA	Напряжение питания ядра, (схем ввода/вывода), В	Ток потребления, макс., А	Диапазон рабочих температур, °C	Кол-во выводов, тип корпуса, (габаритные размеры, мм)
		MMACS	MFLOPS	SRAM	ROM								
21161N	100	200	600	1	–	4	2	–	14	1.8, (3.3)	0.9	0...85	225-miniBGA, (17×17)
21262	200	400	1200	2	4	6	–	+	22	1.2, (3.3)	0.5	0...70	136-miniBGA, (12×12); 144-LQFP, (22×22)
21266													
21267													
21364	300	600	1800	3	–	6	–	–	18	1.2, (3.3)	0.5	0...70	136-miniBGA, (12×12)
21365					23				25				

ти в два раза снизить ток потребления по сравнению с ADSP-21161N.

В процессоре ADSP-21262 предусмотрен режим загрузки программного кода из внешней памяти типа EPROM или флэш. С помощью программы начальной загрузки осуществляется пересылка программного кода во встроенную память из внешней 8-разрядной EPROM-памяти или через порт SPI в режиме master или slave. В качестве памяти программ можно использовать также встроенную масочную ROM-память объемом 4 Мбит (ADSP-21262/21365). В сигнальных процессорах ADSP-2106x/16x память типа ROM отсутствует. Сигнальный процессор ADSP-21262 содержит два блока встроенной двухпортовой памяти: SRAM объемом 2 Мбит и масочную ROM объемом 4 Мбит. Сигнальные процессоры ADSP-21364 содержат четыре блока SRAM-памяти общим объемом 3 Мбит и два – ROM-памяти объемом 4 Мбит. В процессорах ADSP-21262 предусмотрена защита ROM-памяти от неавторизованного копирования, что исключает возможность ее считывания. В режиме защиты не поддерживается возможность начальной загрузки программного кода из внешней памяти. Выполнение программы в этом случае всегда начинается по адресу, относящемуся к пространству встроенной SRAM- или ROM-памяти. Следует отметить, что процессоры ADSP-21266 могут поставляться с уже запрограммированной памятью, содержащей код для реализации кодеков: PCM 96 kHz, Dolby Digital, Dolby Digital EX, DTS-ES Discrete 6.1, DTS-ES Matrix 6.1, DTS 96/24 5.1, MPEG2 AAC LC, MPEG2 BC 2ch, Dolby Pro Logic II и DTS Neo:6.

Структура контроллера ввода/вывода сигнального процессора ADSP-21262 приведена на рис. 2. Контроллер ввода/вывода сигнального процессора ADSP-21262 содержит:

- 22-канальный контроллер (ADSP-21262) прямого доступа к памяти, с помощью которого выполняется обмен данными между встроенными и внешними периферийными устройствами и памятью
- последовательный порт (SPI)
- параллельный порт (PP)
- цифровой интерфейс пользователя (DAI – Digital Application Interface).

Скорость передачи данных через полнодуплексный порт SPI устанавливается на программном уровне. Контроллер порта SPI поддерживает работу в двух режимах: master и slave.

Модуль DAI содержит шесть последовательных портов (SPORT), входной порт (IDP), три таймера, тактовый генератор повышенной точности. Каждый из шести последовательных портов можно использовать как для приема, так и передачи данных. Максимальная тактовая частота сигнала стробирования данных составляет  $\frac{1}{4}$  частоты тактового сигнала процессор-

ного ядра, при этом максимальная скорость обмена данными через порт SPORT составляет 50 Мбит/с. Каждый из последовательных портов, кроме того, обеспечивает обмен данными в режимах, поддерживающих протоколы TDM (Time-Division Multiplex) и I<sup>2</sup>S (Inter-Integrated Circuit Sound). Интерфейс I<sup>2</sup>S широко применяется для обмена данными с микросхемами аудиокодеков, АЦП и ЦАП. Формат передаваемых данных через порт SPORT можно изменять в диапазоне от 3 до 32 бит. Кроме того, предусмотрена возможность компандирования входных данных согласно А- или  $\mu$ -закону и передача/прием данных как в формате little-, так и big-endian.

Для подключения внешних устройств имеется 20 внешних линий ввода/вывода. Встроенный в модуль DAI блок матричного коммутатора SRU (Signal Routing Unit) обеспечивает подключение выбранных пользователем периферийных устройств процессора к линиям ввода/вывода. Таким образом, в результате конфигурирования модуля DAI пользователь получает возможность использовать только необходимые для конкретного приложения периферийные устройства процессора. Подобный подход позволил также сократить количество выводов микросхемы. Гибкость и расширенные функциональные возможности контроллера ввода/вывода, интегрированного в новых процессорах SHARC, в сочетании с высокой производительностью вычислительного ядра обеспечивают возможность создания на базе этих сигнальных процессоров унифицированных платформ, отличающихся небольшой стоимостью. Реализованные в процессорах ADSP-21262/266/267/364/365 контроллеры ввода/вывода имеют разные функциональные возможности [2-8]. Например, если не требуется под-

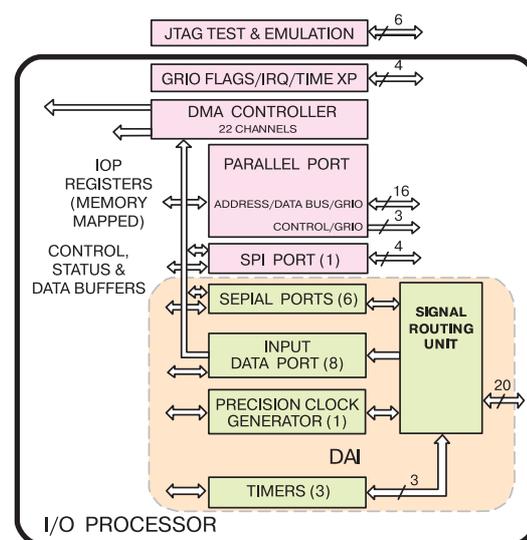


Рис. 2. Структура контроллера ввода/вывода сигнального процессора ADSP-21262

ключение внешней памяти к процессору ADSP-21266, то адресные линии (AD0...AD15) параллельного порта можно использовать в качестве программируемых флагов (FLAG0...FLAG15) [4].

Процессор ADSP-21262 содержит четыре таймера: один используется для генерации сигналов периодических прерываний для процессорного ядра, три других, размещенных в модуле DAI – как таймеры общего назначения для формирования ШИМ-сигнала или в качестве "сторожевого" таймера. Сигнальные процессоры ADSP-21262 содержат программно управляемую встроенную систему ФАПЧ (PLL) для генерации сигнала тактовой частоты процессорного ядра и периферийных устройств. ФАПЧ работает в режимах деления и умножения базовой тактовой частоты.

Через стандартный JTAG-порт выполняется тестирование микросхем сигнальных процессоров и обмен данными с внутрисхемным эмулятором в процессе отладки прикладного программного обеспечения.

Сигнальные процессоры ADSP-21262 изготавливаются с использованием технологии 0.13 мкм. Для работы ADSP-21262 необходимы источники питания с напряжением  $1.20 \pm 0.06$  В (питание процессорного ядра и системы ФАПЧ) и  $3.30 \pm 0.17$  В (питание буферных схем ввода/вывода). Максимальный ток потребления

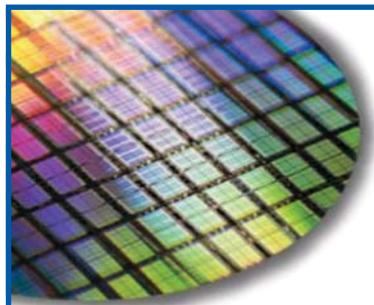
при тактовой частоте 200 МГц составляет 0.5 А [3].

Более полную информацию о сигнальных процессорах семейства SHARC и средствах их отладки можно найти в сети Интернет по адресу:

<http://www.analog.com/dsp>

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Considering the ADSP-21262 SHARC® DSP. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
2. DSP Microcomputer ADSP-21161N. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
3. Preliminary Technical Data. High Performance Floating-Point Processor ADSP-21262. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
4. Preliminary Technical Data. High Performance SHARC Audio Processor ADSP-21266. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
5. Preliminary Technical Data. SHARC® Processor ADSP-21267. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
6. Preliminary Technical Data. SHARC® Processor ADSP-21364. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
7. Preliminary Technical Data. SHARC® Processor ADSP-21365. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
8. <http://www.analog.com>



**НПФ VD MAIS и компания ANALOG DEVICES приглашают на семинар**

**СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ КОМПАНИИ ANALOG DEVICES**

**Докладчик:** Йоханнес Хорват (Johannes Horvath), специалист по применению DSP, компания ANALOG DEVICES

**Программа семинара:**

- Презентация компании ANALOG DEVICES
- Обзор новой продукции
- Интегрированная среда разработки VisualDSP
- Архитектура процессоров семейства Blackfin
- Работа со встроенной и внешней памятью процессоров Blackfin
- Работа конвейера и контроллера DMA, режимы загрузки процессора Blackfin
- Аппаратные средства разработки
- Сигнальные процессоры семейства TigerSHARC
- Сигнальные процессоры семейства SHARC

**Семинар состоится 20 апреля 2004 г.**

по адресу: г. Киев, бульвар Шевченко, 38/40, гостиница "Экспресс", большой конференц-зал  
 Время проведения с 10:00 до 15:00, регистрация с 9:30

**Участие в семинаре бесплатное**

Для участия в семинаре необходимо по факсу: (044) 227-3668 или e-mail: [astratova@vdmals.kiev.ua](mailto:astratova@vdmals.kiev.ua) направить заявку с указанием ФИО, наименования и адреса предприятия, тел., факса и e-mail.



**Подавшие заявки до 16.04.2004 г. получают подтверждение о регистрации.**



Природа одарила некоторые виды змей чувствительностью к изменению температуры на доли градуса. Датчики компании Murata не менее чувствительны, но при этом совершенно не ядовиты.

# Датчики инфракрасных излучений (пирозлектрические датчики)

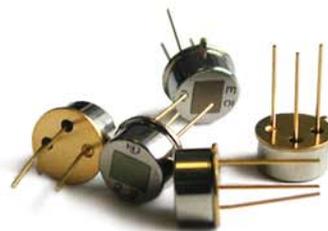
## Пирозлектрические датчики

Тип	Число чувствительных элементов	Чувствительность, мВ	Оптический диапазон, мкм	Угол обзора, град.	Диапазон рабочих температур, °С	Применение
IRA-E410QW1	один	1.3	4-3	17×17	-25...+55	Детекторы пламени
IRA-E410ST1		3.3	5-14	17×17	-25...+55	Детекторы наличия людей в помещении
IRA-E710ST1	два	4.3	5-14	45×45	-40...+70	
IRA-E910ST1	четыре	3.3	5-14	41×41	-25...+55	
IRA-E940ST1		3.3	5-14	55×50	-25...+55	

## Пирозлектрические модули

Тип	Ток потребления, мА		Дальность детектирования, м	Оптический диапазон, мкм	Угол обзора, град.	Напряжение питания, В	Диапазон рабочих температур, °С	Выход
	в рабочем режиме	в дежурном режиме						
IMB-B101-01	50-120	30-60	1 (без линзы) 5 (с линзой)*	5-14	119×38 (без линзы) 104×30 (с линзой)*	2.6-5.5	-10...+50	Цифровой и аналоговый

\* линза Френеля IMD-FL01W/G



## BLACKFIN – СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

В январе 2004 года фирма Analog Devices анонсировала два новых сигнальных процессора: ADSP-BF561 с тактовой частотой 600 МГц (содержащий два базовых процессорных ядра, применяемых в сигнальных процессорах семейства Blackfin) и ADSP-BF533(HS) с тактовой частотой 756 МГц и производительностью 1512 ММАКС.



В. Охрименко

Все сигнальные процессоры семейства Blackfin (ADSP-BF531/532/533/535/561) созданы на базе архитектуры MSA (Micro Signal Architecture), разработанной совместными усилиями специалистов фирм Analog Devices и Intel [1-7]. Архитектура MSA позволила создать класс сигнальных процессоров, которые оптимизированы не только для выполнения высокоскоростной цифровой обработки сигналов в режиме реального времени, но и функций управления/контроля, традиционно выполняемых классическими микроконтроллерами. Кроме того, сигнальные процессоры Blackfin отличаются большим набором периферийных контроллеров (PCI, USB 1.1, SPORT, UART, SPI, I<sup>2</sup>S, PPI, универсальных таймеров и т. п.), обеспечивающих связь с "внешним миром", а также большим объемом встроенной памяти (до 328 кбайт в ADSP-BF561). В таблице приведены основные параметры сигнальных процессоров семейства Blackfin. Сигнальные процессоры Blackfin по сравнению с процессорами аналогичного класса имеют также и другие преимущества.

Процессорное ядро сочетает традиционные вычислительные устройства (MAC, ALU, DAG и другие), обычно применяемые в сигнальных процессорах, и, кроме того, его структура оптимизирована для выполнения RISC-подобных инструкций, характерных для микроконтроллеров.

Благодаря использованию языков высокого уровня (C/C++) по сравнению с сигнальными процессорами аналогичного класса упростился процесс создания прикладных программ.

Процессорное ядро поддерживает работу в двух режимах: пользователя и супервизора.

В набор инструкций процессорного ядра включены специализированные инструкции, способствующие ускорению обработки аудио- и видеосигналов при использовании алгоритмов, применяемых в распространенных стандартах MPEG2, MPEG4, JPEG.

Во всех сигнальных процессорах семейства Blackfin реализована система динамического управления энергопотреблением, основанная на изменении в процессе работы процессора тактовой частоты процессорного ядра и встроенных периферийных уст-

ройств. Кроме того, имеется возможность на программном уровне регулировать напряжение питания процессорного ядра. В сигнальных процессорах Blackfin реализованы четыре стандартных режима работы со сниженным уровнем энергопотребления.

Архитектура сигнальных процессоров ADSP-BF531/532/533/535/561 основана на модифицированном базовом процессорном ядре, которое адаптировано для выполнения параллельных вычислений; большом объеме встроенной SRAM-памяти (назначение отдельных блоков памяти можно изменять на программном уровне) и большом количестве встроенных периферийных устройств. К периферийным устройствам относятся: последовательные порты USB, UART, SPI, SPORT, IrDA, параллельный порт PPI, контроллер внешней памяти, контроллер PCI-шины, таймеры разного назначения, JTAG-порт, порты ввода/вывода общего назначения (PF0...PF15). Архитектура нового сигнального процессора ADSP-BF561 приведена на рис. 1.

Базовое процессорное ядро представляет собой 16-разрядное ядро с фиксированной точкой, оптимизированное для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов. Ядро содержит два 16-разрядных блока умножения (MAC), два 32-разрядных ALU, одно 40-разрядное устройство сдвига. Выполнение операций в блоках MAC осуществляется в течение одного цикла. В каждом из ALU могут выполняться операции с 8-, 16- или 32-разрядными числами. Данные в ALU поступают из многопортового регистрового файла. Процессорное ядро содержит два адресных генератора (DAG), что позволяет в течение одного цикла адресоваться к двум операндам, размещенным в памяти. Длина инструкций составляет 16 или 32 разряда. Наиболее часто используются инструкции, имеющие длину 16 разрядов. Наличие двух блоков MAC и ALU позволяет реализовать параллельную обработку данных типа SIMD. В управляющем устройстве процессорного ядра 32-разрядные инструкции могут трактоваться как две 16-разрядные, которые выполняются в каждом из блоков MAC и ALU. Кроме того, реализована возможность логического разделения

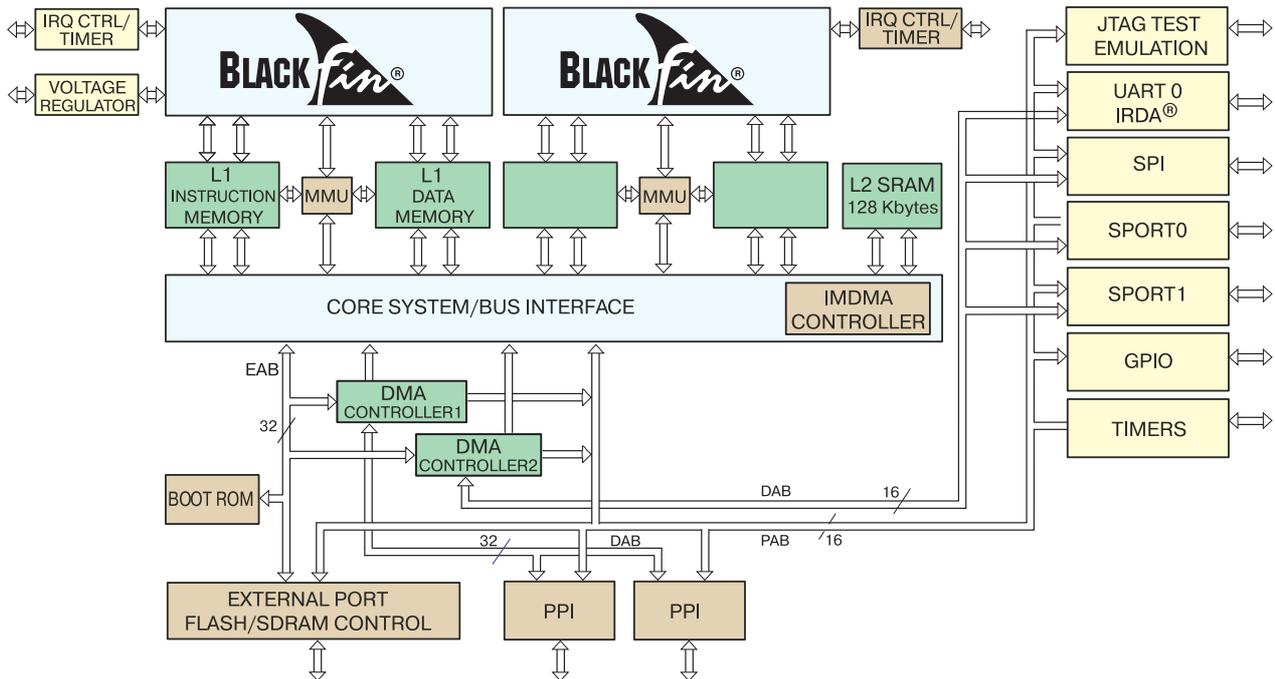


Рис. 1. Архитектура сигнального процессора ADSP-BF561

ALU на отдельные блоки (видеоALU), что позволяет осуществлять одновременную обработку 8-разрядных данных (в большинстве случаев в декодерах разного типа интенсивность основных цветов представлена в 8-разрядном формате).

Контроллер внешней памяти обеспечивает высокоскоростной обмен данными с внешней памятью разного типа: синхронной динамической памятью SDRAM (стандарт PC133) и асинхронной – SRAM, ROM и флэш. Обмен данными с внешней памятью может выполняться в 16- или 32-разрядном формате. Контроллер SDRAM-памяти поддерживает работу с имеющими определенную организацию микросхемами памяти SDRAM. Перечень этих микросхем SDRAM-памяти и подробное описание особенностей работы контроллера внешней памяти можно найти в технической документации (например, ADSP-21533 Blackfin DSP Hardware Reference).

В сигнальных процессорах семейства Blackfin процессорное ядро (напряжение питания от 0.8 до 1.5 В в зависимости от типа процессора), RTC (3.15...3.45 В), буферные схемы входов/выходов (2.5 или 3.3 В) имеют отдельные входы для подключения напряжения питания. В сигнальных процессорах ADSP-BF535 отдельные выводы для подключения напряжения питания имеют система ФАПЧ (1.425...1.575 В) и буферные схемы входов/выходов PCI-шины (3.15...3.45 В). Поскольку потребляемая процессорным ядром мощность и напряжение питания ядра связаны квадратической зависимостью, наибольшей эффективности

управления потребляемой мощностью можно достичь за счет изменения напряжения питания ядра. В сигнальных процессорах ADSP-BF531/532/533/561 имеется встроенный регулятор напряжения (рис. 2), в ADSP-BF535 такой регулятор отсутствует. Напряжение питания процессорного ядра в ADSP-BF533(HS) составляет  $1.40 \pm 0.05$  В. Типовое значение мощности потребления сигнальных процессоров ADSP-BF561 при тактовой частоте 600 МГц составляет 5 Вт [7].

Таймер реального времени RTC (Real-Time Clock), имеющийся в сигнальных процессорах ADSP-BF535/533/532/531, предназначен для реализации часов реального времени. Таймер RTC имеет отдельные

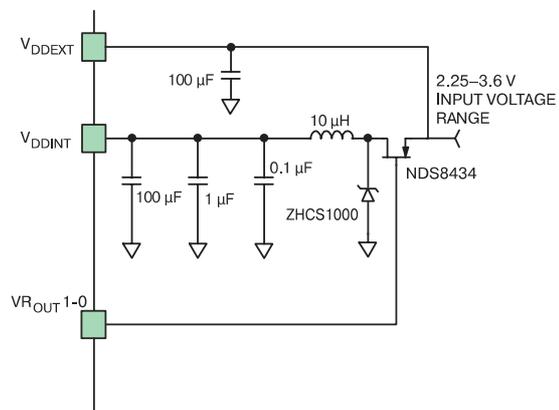


Рис. 2. Схема подключения напряжения питания к процессорному ядру

**Основные параметры сигнальных процессоров семейства Blackfin**

Наименование параметра	Процессоры ADSP				
	BF561	BF535	BF533(HS)	BF532	BF531
Макс. производительность, ММАКС	3000	700	1512	800	
Макс. тактовая частота процессорного ядра, МГц	600	350	756	400	
Процессорное ядро	2	1			
Разрядность процессорного ядра, бит	16				
Объем встроенной памяти, кбайт	328	308	148	84	52
Разрядность внешних шин:	данных	32		16	
	адреса	26		20	
Контроллер PCI-шины	-	+	-		
Контроллер USB-шины	-	+	-		
Порты:	UART	2		1	
	SPORT	2			
	SPI	1	2	1	
	JTAG	+			
	PPI (ITU-R-656/601)	2	-	1	
Число каналов DMA	24	16	12		
Система ФАПЧ	+				
Число линий ввода/вывода общего назначения	48	16			
Число таймеров:	сторожевых	2	1		
	универсальных	12	3+1		
	реального времени	-	1		
Напряжение питания, В:	ядра	0.8...1.2	1.0...1.6	1.35...1.45	0.8...1.2
	схем ввода/вывода	3.3/2.5	3.3	3.3/2.5	
Встроенный регулятор напряжения питания процессорного ядра	+	-		+	
Количество выводов и тип корпуса (размеры, мм)	256-miniBGA, 297-PBGA	260-PBGA (19×19)	160-miniBGA (12×12)	160-miniBGA (12×12), 176-LQFP (26×26), 169-BGA (19×19)	
Диапазон рабочих температур, °С	0...70/-40...85				
Ориентировочная стоимость (в партии 10 тыс. шт.), \$	22.95	22.0	15.95	9.95	4.95

выводы для подключения напряжения питания (3.3 В), что обеспечивает его работу в случае, если процессорное ядро находится в любом из энергосберегающих режимов работы. RTC работает от отдельного внешнего кварцевого резонатора частотой 32 768 Гц. Сигналы, формируемые таймером реального времени, можно использовать в качестве сигналов прерывания для переключения процессорного ядра в активный режим. Часто при работе мобильных устройств таймер реального времени просто необходим.

Для обмена данными в последовательном формате с внешними устройствами разного назначения в сигнальных процессорах семейства Blackfin реализованы последовательные порты SPORT (Serial PORT); SPI (Serial Peripheral Interface) и UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), поддерживающий также протокол обмена данными по инфракрасному каналу связи. С помощью последовательных портов обеспечивается обмен данными с аудиокодеками, модемами АЦП, ЦАП и другими стандартными внешними устройствами. Обмен данными через по-

следовательные порты можно осуществлять в программном режиме, по прерываниям и в режиме прямого доступа к памяти. В сигнальных процессорах семейства Blackfin имеется разное количество последовательных портов (см. таблицу). В контроллере порта SPORT реализован аппаратный компандер (А- или  $\mu$ -закон) в соответствии с рекомендациями ITU (G.711). Через порт SPORT можно осуществлять многоканальную (до 128 каналов) передачу данных согласно протоколам, рекомендованным в стандартах H.100, H.110, MVIP-90 и HMVIP. Кроме того, контроллер порта SPORT поддерживает интерфейс I<sup>2</sup>S, используемый во многих стандартных аудиокодеках.

Изюминкой сигнальных процессоров ADSP-BF561/533/532/531 является встроенный модуль параллельного периферийного интерфейса PPI (Parallel Peripheral Interface). Модуль PPI обеспечивает непосредственное подключение внешних устройств (профессиональных и бытовых фото- и видеокамер, кодеков и декодеров видеосигналов), поддерживающих протоколы передачи данных, принятые в стандартах

ITU-R 656/601. Кроме того, благодаря модулю PPI появилась возможность реализовать синхронный обмен данными в параллельном формате (от 8 до 16 разрядов) и со многими другими внешними устройствами ввода/вывода (датчиками видеозображения, LCD-дисплеями, быстродействующими АЦП и ЦАП). Структура контроллера порта PPI приведена на рис. 3. Контроллер порта PPI обеспечивает работу в нескольких режимах. Для синхронизации приема и передачи данных используют четыре сигнала: тактовый сигнал PPI\_CLK и три синхросигнала – PPI\_FS1, PPI\_PS2, PPI\_PS3. С помощью одного из каналов DMA поддерживается обмен данными с модулем PPI в режиме прямого доступа к памяти, причем этот канал имеет наивысший приоритет при обслуживании. Программная настройка контроллера PPI и длительности циклов приема/передачи данных осуществляется с помощью пяти регистров. В процессе обмена данными через порт PPI в качестве линий ввода/вывода используют двенадцать линий порта ввода/вывода общего назначения (PF4...PF15). Обмен данными между портом PPI и встроенной памятью осуществляется через буфер FIFO объемом 16 слов. Максимальная частота тактового сигнала PPI\_CLK составляет 66 МГц.

Серийный выпуск новых сигнальных процессоров ADSP-BF533(HS) и ADSP-BF561 планируется начать во втором квартале 2004 года. Ориентировочная стоимость микросхем ADSP-BF533 с тактовой частотой 750 МГц составит 31.95, с тактовой частотой 600 МГц – 15.95 доллара США (в партии 10 тыс. шт.). Стоимость микросхем ADSP-BF561 с тактовой частотой 750 МГц составит 39.95, с тактовой частотой 600 МГц – 22.95 доллара США (в партии 10 тыс. шт.) [7].

Более полную информацию о новых сигнальных процессорах семейства Blackfin и предлагаемых

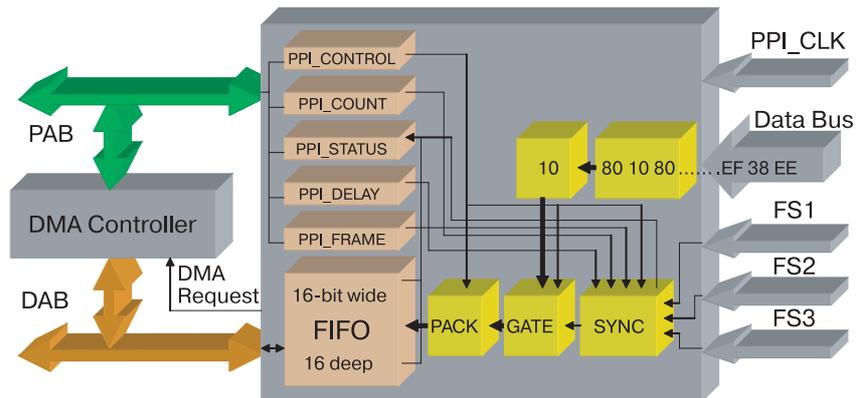


Рис. 3. Структура контроллера порта PPI

фирмой Analog Devices средствами их отладки можно найти в сети Интернет по адресу:  
<http://www.analog.com/dsp>

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Blackfin® Embedded Processor. Preliminary Technical Data ADSP-BF533 (High Speed). – Analog Devices, 2004 (<http://www.analog.com>).
2. Blackfin® Embedded Symmetric Multi-Processor. Preliminary Technical Data ADSP-BF561. – Analog Devices, 2004 (<http://www.analog.com>).
3. Blackfin® Embedded Processor. Preliminary Technical Data ADSP-BF531/ADSP-BF532/ADSP-BF533. Rev. PrC. – Analog Devices, 2004 (<http://www.analog.com>).
4. Blackfin® Embedded Processor ADSP-BF535, Rev. 0. – Analog Devices, 2003 (<http://www.analog.com>).
5. ADSP-BF535 Blackfin® Processor. Hardware Reference. Revision 2.0. – Analog Devices, April 2003 (<http://www.analog.com>).
6. ADSP-BF533 Blackfin™ Processor. Hardware Reference. Preliminary Revision. – Analog Devices, March 2003 (<http://www.analog.com>).
7. Analog Devices Announces Portfolio Of Blackfin Processors For Portable, Automotive And Networked Entertainment Applications. – Analog Devices, 2004 (<http://www.analog.com>).



електронні компоненти - поставки

ТОВ «Елеком»

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](http://www.elecom.kiev.ua), e-mail: [office@elecom.kiev.ua](mailto:office@elecom.kiev.ua)

ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИН  
РАДІОДЕТАЛЕЙ

\* Он- & Офф-лайн замовлення  
 \* Знижки  
 \* Акції

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

# Портативний аналізатор спектра HM5033

- переносний прилад з живленням від батарей чи від мережі • інтерфейс для підключення до комп'ютера
- рідкокристалічний дисплей • запам'ятовування результатів вимірювань та режимів роботи
- найкраще співвідношення ціни та якості • великий вибір аксесуарів • простота експлуатації

діапазон частот  
від 50 кГц до 3.3 ГГц



Good Design Award

у 2003 р. аналізатор відзначено нагородою "Вдалий дизайн" Міністерства зовнішньої торгівлі і промисловості Японії

**HAMEG**®  
Instruments

VD MAIS здійснює  
прямі поставки виробів  
фірми HAMEG



## УСИЛИТЕЛИ

Ноябрь 2003

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

### В этом номере

Прецизионные DigiTrim CMOS-усилители для портативных устройств .....26

Миниатюрные усилители со сверхнизким уровнем шумов .....27

Быстродействующие прецизионные усилители с низким уровнем шумов ....27

Усилитель для автомобильной электроники и промышленных систем управления с напряжением питания 42 В .....28

Таблица параметров высококачественных усилителей .....30

Усилители rail-to-rail по входу и выходу .....33

Быстродействующие voltage feedback ОУ .....34

Быстродействующие ОУ с низким уровнем искажений .....34

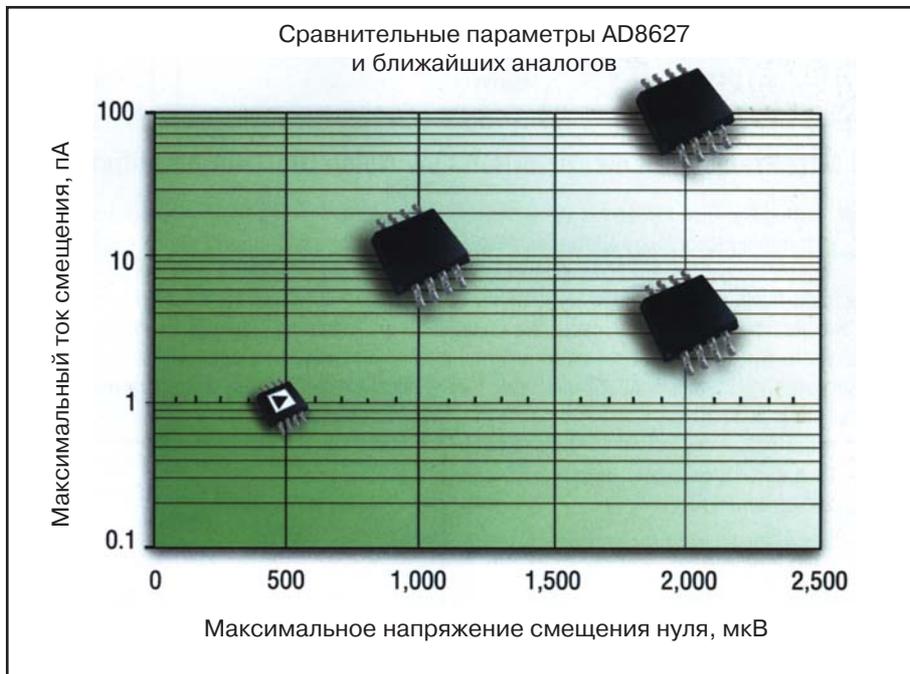
Дифференциальный усилитель с минимальным уровнем искажений ..35

Рекомендации по применению новых усилителей .....36

Широкополосный быстродействующий усилитель с программно управляемым коэффициентом усиления .....37

### Прецизионные JFET-усилители в корпусах SC70

**A**D8627 – первый прецизионный усилитель фирмы Analog Devices в миниатюрном корпусе SC70. Усилители этого семейства AD8627 (одинарный), AD8626 (сдвоенный) и AD8625 (счетверенный) с напряжением питания от 5 до 26 В (от  $\pm 2.5$  до  $\pm 13$  В) предназначены для работы в расширенном промышленном диапазоне температур от  $-40$  до  $125$  °С. Усилитель AD8627 имеет минимальный ток смещения и максимальную для JFET ОУ точность, а также повышенное быстродействие и низкое потребление. Высокие технические характеристики позволяют использовать этот ОУ в качестве фотодиодного усилителя, буфера для высокоимпеданских сенсоров в медицинской аппаратуре и аналитических приборах, а также в системах управления твердотельными лазерами. Широкий частотный диапазон, rail-to-rail выход, высокий входной импеданс обеспечивают применение усилителя AD8627 в прецизионных активных фильтрах. Усилитель AD8626 выпускается в корпусе 8-MSOP, AD8625 – в корпусе 14-TSSOP. Кроме того, все три усилителя: AD8627, AD8626 и AD8625 выпускаются в корпусе типа низкопрофильного SOIC. Стоимость каждого усилителя \$ 1.68 \*.



- максимальный ток смещения 1 пА
- максимальное напряжение смещения нуля 500 мкВ
- частотный диапазон 5 МГц
- спектральная плотность шума 16 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- rail-to-rail по выходу



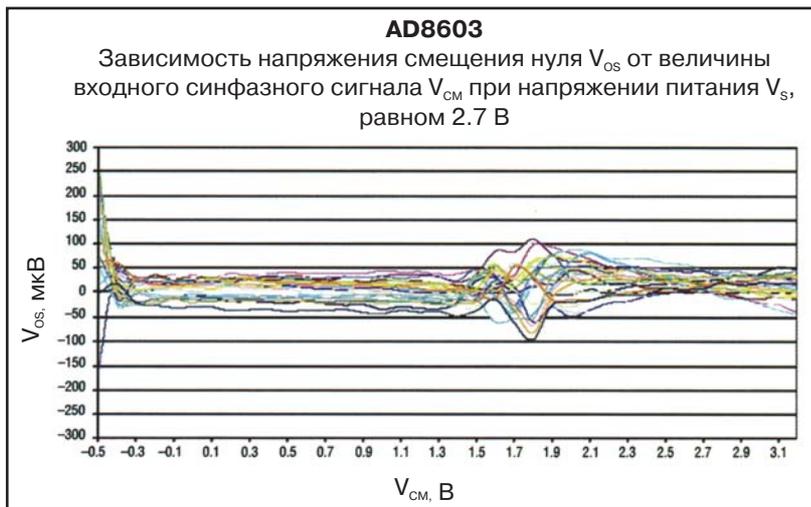
Перевод с английского  
В. Романова

\* Цена FOB USA  
в партии 1000 штук

## Прецизионные DigiTrim CMOS-усилители для портативных устройств

Усилители AD8603/AD8607/AD8609 фирмы Analog Devices отличаются высокой точностью, имеют напряжение питания 1.8 В и мощность потребления не более чем 100 мкВт. Сочетание низкого напряжения питания, малого потребления с миниатюрным корпусом 5-SOT23 позволяет использовать эти усилители в портативных приборах и устройствах. Минимальное напряжение смещения нуля и минимальный ток смещения ОУ AD8603 делают его применение предпочтительным при разработке усилителей сигналов низкого уровня, снимаемых с различных сенсоров, буферных каскадов опорных источников, фотодиодных усилителей, интеграторов и прецизионных фильтров.

Усилители AD8603/AD8607/AD8609 работают при напряжении питания от 1.8 до 5 В в расширенном промышленном диапазоне температур от -40 до 125 °С. Усилители AD8607 (сдвоенный) и AD8609 (четверенный) выпускают в корпусах 8-MSOP и 14-TSSOP, предназначенных для поверхностного монтажа. Кроме того, оба усилителя выпускаются в корпусе низкопрофильного SOIC. Стоимость каждого из ОУ \$ 0.63.

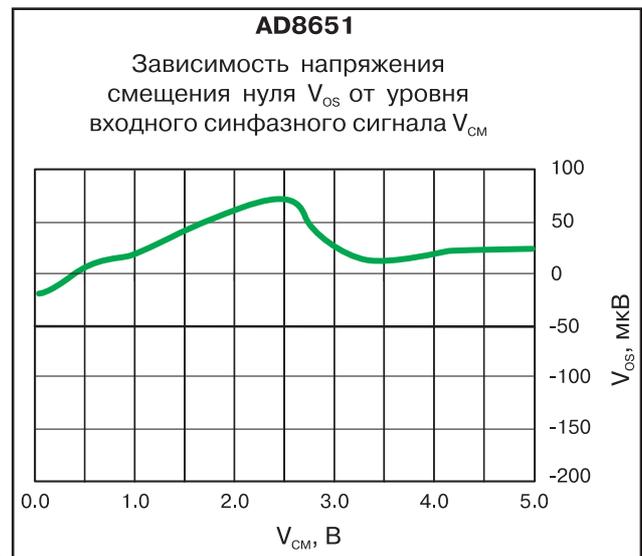


- максимальный входной ток смещения < 1 пА
- ток потребления 40 мкА на ОУ
- максимальное напряжение смещения нуля 65 мкВ
- коэффициент усиления разомкнутого ОУ > 120 дБ
- спектральная плотность шума 26 нВ/√Гц
- частотный диапазон 350 МГц

## Быстродействующий прецизионный усилитель с низким уровнем шумов и искажений

Усилитель AD8651 фирмы Analog Devices – самый быстродействующий ОУ в развивающемся семействе DigiTrim усилителей. Подгонка усилителя для минимизации погрешности, выполняемая в корпусе, обеспечивает высокую точность ОУ, при этом он отличается невысокой стоимостью. В отличие от большинства rail-to-rail ОУ по входу, в усилителе AD8651 минимизировано напряжение смещения нуля во всем диапазоне синфазных сигналов и, как результат, увеличен КОСС и снижен уровень искажений. По сравнению с другими широкополосными ОУ усилитель AD8651 отличается простотой настройки, его устойчивость обеспечивается при емкости нагрузки до 50 пФ. Низкий уровень искажений, высокая точность, минимальное время установления обеспечивают широкое применение этого ОУ в измерительных устройствах, а также в драйверах АЦП. Низкий уровень шумов, минимальный ток смещения, широкий частотный диапазон и малая входная емкость являются идеальным сочетанием при построении фотодиодных усилителей, высококачественных фильтров и аудиоусилителей на базе AD8651. Стоимость этого усилителя \$ 1.10.

- максимальная скорость нарастания 45 В/мкс
- время установления 200 нс
- rail-to-rail по входу
- напряжение питания от 2.7 до 5.5 В
- максимальное напряжение смещения нуля 200 мкВ
- КОСС 90 дБ
- максимальный входной ток смещения 10 пА
- типовой уровень нелинейных искажений плюс шум 0.0006 %

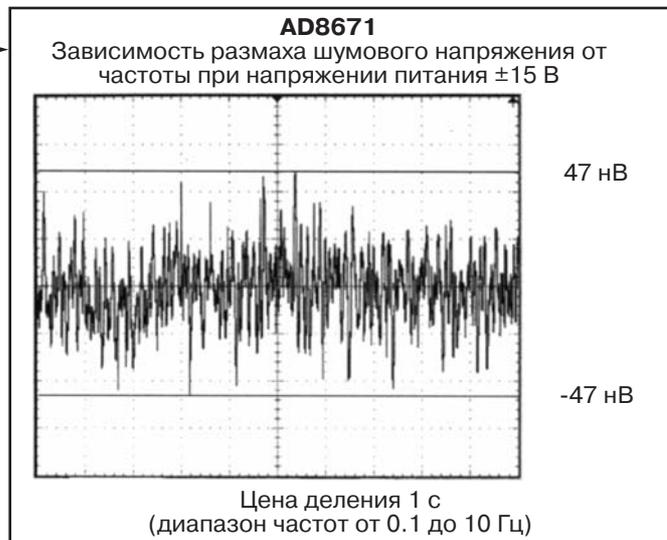


## Миниатюрные усилители со сверхнизким уровнем шумов

Усилители AD8671 (одинарный), AD8672 (сдвоенный) и AD8674 (счетверенный) относятся к прецизионным ОУ со сверхнизким уровнем шумов. По уровню шума, максимальный размах которого составляет 80 нВ в полосе частот от 0.1 до 10 Гц, усилитель AD8671 является лучшим в своем классе ОУ.

Сочетание сверхнизкого уровня шумов, низкого тока смещения, широкого частотного диапазона с высокой устойчивостью при различных нагрузках делают предпочтительным применение этого ОУ при построении высококачественных фильтров, включая ФАПЧ-фильтры. Наличие минимального напряжения смещения нуля и его дрейфа, высокого коэффициента усиления, широкого частотного диапазона и малое время установления позволяют использовать усилитель AD8671 в автоматическом тестовом оборудовании, медицинской аппаратуре и аналитических приборах, в профессиональных аудиосистемах и прецизионных системах управления источниками питания, а также в качестве усилителей сигналов инфракрасных, мостовых и других сенсоров. Усилители AD8671/AD8672/AD8676 работают при напряжении питания от  $\pm 5$  до  $\pm 15$  В в расширенном промышленном диапазоне температур от  $-40$  до  $125$  °С. Эти усилители выпускаются в корпусах следующих типов: низкопрофильном 8-SOIC, 8-MSOP (одинарный и сдвоенный ОУ), в пластмассовом низкопрофильном 14-SOIC и 14-TSSOP (счетверенный ОУ). Стоимость каждого ОУ \$ 1.05.

- типовое значение размаха шумового напряжения в полосе частот от 0.1 до 10 Гц 45 нВ, максимальное – 80 нВ
- спектральная плотность шума на частоте 1 кГц 2.8 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- максимальное напряжение смещения нуля 75 мкВ
- максимальный дрейф напряжения смещения нуля 0.5 мкВ/°С
- максимальный входной ток смещения 12 нА
- частотный диапазон 10 МГц
- устойчивая работа при единичном усилении обеспечивается при емкости нагрузки до 1000 пФ

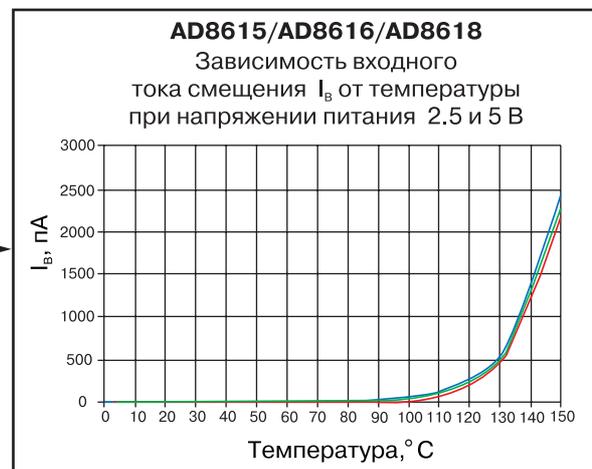


## Быстродействующие прецизионные усилители с низким уровнем шумов

Усилители AD8615/AD8616/AD8618 фирмы Analog Devices являются развитием семейства прецизионных DigiTrim CMOS-усилителей с низким уровнем шумов. Их высокая точность, большой коэффициент усиления, широкий частотный диапазон и низкий уровень шумов полностью отвечают требованиям, предъявляемым к системам сбора данных и портативным приборам с напряжением питания 5 В. Сверхнизкий входной ток смещения позволяет использовать эти ОУ в качестве фотодиодных усилителей, буферов опорных источников, интеграторов и прецизионных фильтров. Большой выходной ток и низкий уровень искажений дают возможность создать на основе данных ОУ драйверы головных телефонов, предусилители и другие устройства аудиоаппаратуры с напряжением питания не более 5 В.

Семейство усилителей выпускается в SMT-корпусах следующих типов: 5-SOT23 (AD8615), 8-MSOP и низкопрофильный SOIC (AD8616), а также 14-TSSOP и низкопрофильный SOIC (AD8618). Стоимость каждого ОУ \$ 0.75.

- максимальное напряжение смещения нуля 65 мкВ
- спектральная плотность шума 8 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- максимальное значение входного тока смещения 2 пА
- коэффициент усиления разомкнутого ОУ  $> 120$  дБ
- частотный диапазон 20 МГц
- скорость нарастания выходного напряжения 10 В/мкс
- выходной ток 150 мА
- наличие режимов пониженного потребления и блокировки



## Усилитель для автомобильной электроники и промышленных систем управления с напряжением питания 42 В

Дифференциальный усилитель AD8205 относится к новым изделиям фирмы Analog Devices. Он предназначен, в первую очередь, для систем автомобильной электроники, напряжение питания которых составляет 42 В, однако может успешно применяться в аналоговых системах, напряжение питания которых не превышает 14 В. Входной синфазный сигнал этого усилителя составляет от -2 до 65 В при напряжении питания 5 В. Однако усилитель AD8205 не теряет работоспособность, если входной синфазный сигнал находится в пределах от -5 до 70 В. Основное применение нового дифференциального усилителя – сьем дифференциального сигнала с шунта, что позволяет использовать его при выполнении прямых и обратных измерений. Исходя из того, что данный усилитель предназначен для работы в расширенном промышленном диапазоне температур, он может найти широкое применение в автомобильной электронике и промышленных системах управления. Усилитель AD8205 предназначен для использования в таких прецизионных системах управления, в которых аналоговые ИМС и устройства на дискретных компонентах до настоящего времени не применялись.

В 1948 году электронные системы управления в автомобиле имели напряжение питания 6 В. К основным функциям этих систем относились следующие: управление зажиганием, управление стартером и управление фарами. С тех пор сложность автомобильных систем управления существенно возросла. Все достижения современной микроэлектроники практически сразу же находили применение и в автомобильной промышленности. Автомобили совершенствовались вместе с компьютерами, благодаря которым управление автомобилями постоянно улучшалось и становилось более эффективным. Исходя из требований рынка, а также благодаря государст-

венному регулированию в новых автомобилях будут снижены выбросы вредных веществ в атмосферу, они будут более экономичны и безопасны в управлении.

Развитие новых технологий позволило отказаться от стандартного напряжения питания в автомобилях, которое многие годы составляло 12 В. В новых автомобилях напряжение батарейного питания будет существенно выше. Это произойдет по двум причинам. Первая связана с увеличением дополнительных функций и повышением степени комфортности управле-

**Развитие автомобильных электронных систем управления**

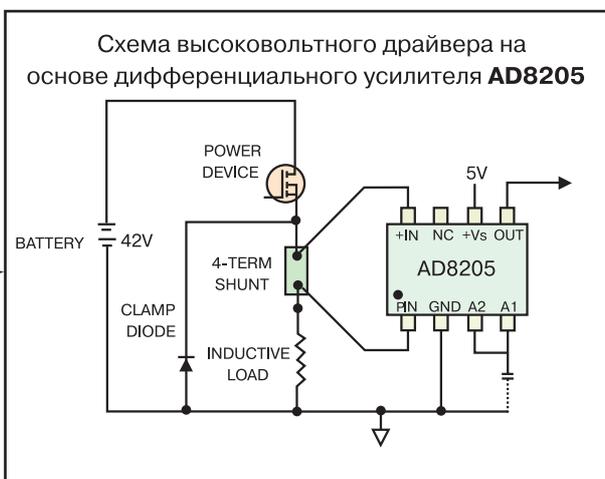
1878	1910	1930	1950	1998	2010
Зажигание					
	Батарейное питание (6 В)	Батарейное питание (12 В)	Батарейное питание (36/12 В)		
Стартер/Генератор переменного тока					
Сигнал/Фары/Радио					
Стеклоочиститель/Вентилятор					
Дверной замок, тормоза, управление передачей и двигателем					
Стартер/Генератор, DVD-плеер, спутниковая навигационная система, система автоматического управления на хайвеях, обогрев переднего стекла, интеллектуальная подушка безопасности, устройство автоматического регулирования передачи					

ния автомобилем. Вторая вызвана тем, что управляющие системы становятся более современными и на смену механическим приходят электромеханические исполнительные механизмы. Переход на более высокое напряжение позволит снизить вес автомобиля, благодаря чему уменьшится количество вредных выбросов и потребление топлива. Идя навстречу требованиям повышения мощности автомобилей, фирмы-производители изменили стандартный уровень напряжения аккумулятора с 12 на 36 В. Новый аккумулятор позволит обеспечить управляющие системы напряжением питания 42 В. Это максимальный уровень, при котором еще обеспечивается безопасность пользователей таких систем. Новый более высокий уровень напряжения питания позволит вдвое увеличить мощность исполнительных механизмов управляющих систем.

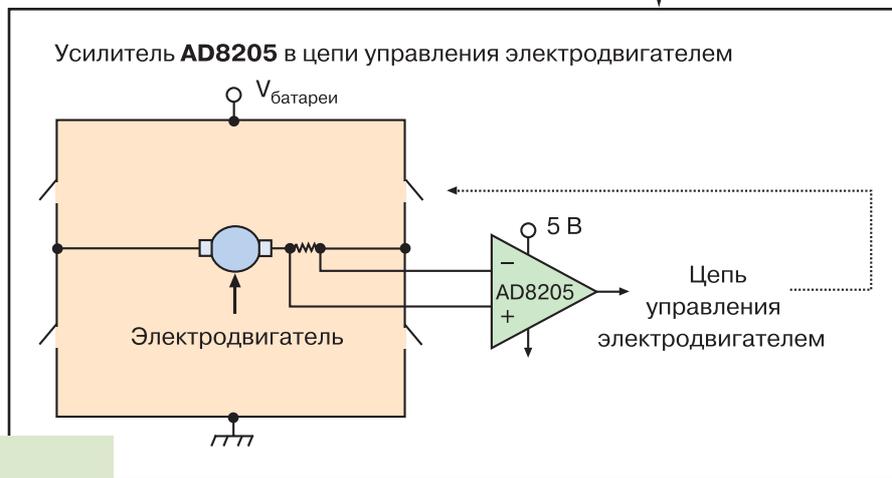
## Усилитель для автомобильной электроники и промышленных систем управления с напряжением питания 42 В

Одним из факторов, вызывающим необходимость повышения напряжения питания систем автомобильной электроники до 42 В, является замена механических исполнительных механизмов электромеханическими, включая электронную систему управления. Как правило, механические узлы автомобиля управляются током. При этом электромеханическая система управления может быть построена на основе электромагнита или электродвигателя. И в том, и в другом случае управление осуществляется с помощью тока.

В подобных электромеханических системах управления приходится измерять величину управляющего тока. На входе таких измерителей токов образуются сигналы с высоким уровнем синфазного напряжения. Дифференциальный усилитель AD8205 предназначен для съема напряжения с шунта, через который протекает управляющих ток, как это показано ниже на рисунках. Данный усилитель может работать как с синфазными сигналами напряжением до 42 В, так и с сигналами напряжением 14 В. Этот уровень синфазного сигнала пока еще широко используется в современных системах управления.



- уровень синфазного сигнала от -2 до 65 В
- минимальная величина КОСС 80 дБ в полосе частот от 0 до 10 кГц
- температурный дрейф напряжения смещения нуля 20 мкВ/°С
- температурный дрейф коэффициента усиления 20 ppm/°С
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С



### ПРИМЕНЕНИЕ

- измерители токов
- системы управления электродвигателями
- системы управления передачей
- управление зажиганием в дизельном двигателе
- системы управления подвеской
- системы динамического управления автомобилем
- устройства съема высоковольтных напряжений с токовых шунтов
- DC/DC-преобразователь напряжения 42 В для датчиков тока

## ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Тип усилителя	Блок-ровка		Напряжение питания, В:					Rail-to-Rail		F, МГц	V, В/мкс	Искажения на частоте дБн		Шум, нВ/Гц	U <sub>см</sub> , макс., мВ	I <sub>см</sub> , макс., мА	I <sub>потр</sub> , на ОУ, мА	Диапазон рабочих Темп., °С	Тип корпуса			Цена, \$
	Одноран.	Строенн.	Счетв.	3	5	±5	±12	±15	Вх.			Вых.	дБн						МГц	SC70	SOT-23	
<b>Дифференциальные драйверы</b>																						
AD8131			•	•	•				2	400	2000	-77	20	13	5	6	8	-40...85			•	1.80
AD8132			•	•	•				1	350	1200	-99	5	8	4	7	10.7	-40...85			•	1.65
AD8138			•	•	•				1	310	1150	-94	5	5	3	5	20	-40...85			•	3.75
<b>Дифференциальные приемники</b>																						
AD8129			•	•	•				10	200	1100	-68	5	4.5	1	3	11	-40...85			•	1.55
AD8130			•	•	•				1	270	1100	-74	5	12.5	2	3	11	-40...85			•	1.55
<b>Voltage feedback Fast FET OУ</b>																						
AD8033	AD8034		•	•	•	•	•	•	1	80	80	-81	1	11	2	10 пА	3.3	-40...85			•	1.19/1.59
AD8065	AD8066		•	•	•	•	•	•	1	145	180	-88	1	7	1.5	10 пА	6.4	-40...85	•		•	1.59/2.19
AD8067			•	•	•	•	•	•	8	60	500	-90	1	7	1	10 пА	6.4	-40...85			•	2.29
AD8610	AD8620		•	•	•	•	•	•	1	25	50	-106	0.02	6	0.25	10 пА	3.0	-40...125			•	3.37/6.74
<b>Недорогие voltage feedback OУ</b>																						
AD8038	AD8039		•	•	•	•	•	•	1	350	425	-90	1	8	3	0.75	1	-40...85	•		•	0.85/1.20
AD8055	AD8056		•	•	•	•	•	•	1	300	1400	-85	5	6	5	1	5	-40...125			•	0.85/1.60
AD8057	AD8058		•	•	•	•	•	•	1	325	1150	-85	5	7	5	2	6	-40...85			•	0.85/1.60
AD8091	AD8092		•	•	•	•	•	•	1	110	140	-75	5	16	10	2.5	4.8	-40...85			•	0.69/0.89
<b>Rail-to-Rail voltage feedback OУ</b>																						
AD8027	AD8028		•	•	•	•	•	•	1	190	100	-120	1	4.3	0.9	10.5	8.5	-40...125			•	1.19/1.89
AD8031	AD8032		•	•	•	•	•	•	1	80	32	-62	1	15	2	1.4	0.8	-40...85			•	1.30/1.95
AD8051	AD8052		•	•	•	•	•	•	1	110	140	-75	5	16	10	2.5	4.8	-40...125			•	0.85/1.60
AD8061/AD8062			•	•	•	•	•	•	1	300	800	-77	5	8.5	6	10	6.8	-40...85			•	0.85/1.60
AD8063			•	•	•	•	•	•	1	8.0											•	
<b>Voltage feedback OУ с низким уровнем шумов и искажений</b>																						
AD8021			•	•	•	•	•	•	1	200	100	-92	1	2.1	1	10	7	-40...85			•	1.29
AD8022			•	•	•	•	•	•	1	75	100	-94	1	2.5	5	5	3.5	-40...85			•	2.35
AD9631			•	•	•	•	•	•	1	320	1300	-64	20	7	10	7	17	-40...85			•	4.28
<b>Voltage feedback OУ с высоким уровнем напряжения питания</b>																						
AD817	AD826		•	•	•	•	•	•	1	50	350	-78	1	15	2	7	7	-40...85				1.58/2.18
AD818	AD828		•	•	•	•	•	•	2	130	450	-78	1	10	2	7	7	-40...85				1.76/2.18
<b>Недорогие current feedback OУ</b>																						
AD8014			•	•	•	•	•	•	1	400	4000	-70	5	3.5	5	15	1.1	-40...85			•	1.19
AD8072	AD8073		•	•	•	•	•	•	1	200	500	-64	5	3	6	12	3.5	-40...85			•	1.50/1.95
<b>OУ current feedback с высокими параметрами</b>																						
AD8001	AD8002		•	•	•	•	•	•	1	600	1200	-66	5	2	6	25	5	-40...85			•	1.35/2.57
AD8005		AD8004	•	•	•	•	•	•	1	250	3000	-78	5	1.5	4	90	3.5	-40...85			•	3.95
AD8007	AD8008		•	•	•	•	•	•	1	270	1500	-53	5	4	30	10	0.4	-40...85			•	1.47
AD8009			•	•	•	•	•	•	1	650	1000	-83	20	2.7	4	8	9	-40...85	•		•	1.19/1.99
			•	•	•	•	•	•	1	1000	5500	-54	100	1.9	7	150	14	-40...85			•	1.59
	AD8013		•	•	•	•	•	•	1	140	1000	-80	5	3.5	5	15	4	-40...85			•	4.38
	AD8023		•	•	•	•	•	•	1	400	1200	-78	5	2	5	45	6.2	-40...85			•	4.67
<b>Буферные усилители с постоянным коэффициентом усиления</b>																						
	AD8074		•	•	•	•	•	•	1	500	1400	-80	5	25	27	9	7.3	-40...85				2.65
	AD8075		•	•	•	•	•	•	2	450	1800	-74	5	25	40	10	8.3	-40...85				2.65
	AD8079		•	•	•	•	•	•	2	260	800	-78	5	2	15	6	5	-40...85				4.10

Тип	I <sub>полн.</sub> , макс., мА	Входной диапа- зон, В	Уста- новка К <sub>у</sub>	КОСС при К <sub>у</sub> =10, F=60 Гц, мин., дБ	F при К <sub>у</sub> =10, тип., Гц	t <sub>уст.</sub> , 0,01 % К <sub>у</sub> =10, тип., мкс	Входн.- U <sub>см.</sub> , макс., мкВ	U <sub>см./C</sub> , макс., мкВ/°C	I <sub>см.</sub> , макс., нА	Выходн. U <sub>см.</sub> , макс., мВ	Входн. шум при F=1 кГц, нВ/Гц	Диапа- зон измен. К <sub>у</sub>	ΔК <sub>у</sub> при К <sub>у</sub> =10, макс., %	Це- на, \$,	Особенности
<b>Недорогие усилители</b>															
AD622	1.3	±2.6...±18	резист.	86	800	10	125	1	5	1.5	12	1...1000	0.5	2.25	
AD623	0.55 при U <sub>п</sub> =2.7-12 В	±2.5...±6	резист.	90	100	20	200	2	25	1	35	1...1000	0.35	1.55	корпус MSOP
AD8200	1	4.7...12	резист.	80	50	—	1000	15	—	1	300	0.1...50	1	1.45	дифф. усил.
<b>ОУ с одним источником питания</b>															
AD627	0.085	±1.1...±18, 2...36	резист.	77	80 (К <sub>у</sub> =1)	135 (К <sub>у</sub> =5)	200 250	3	10	1	38	5...1000	0.35	2.30	микромош.
<b>ОУ высокой точности</b>															
AD620	1.3	±2.3...±18	резист.	93	800	15	125	1	2	1	13	1...10000	0.3	3.27	
AD621	1.3	±2.3...±18 КОММ. выводом	КОММ. выводом	93	800	12	250	2.5	2	—	17	10, 100	0.15	3.82	
AD8225	1.2	±1.7...±18, 3.4...36	—	86 (К <sub>у</sub> =5)	900 (К <sub>у</sub> =5)	3.4 (К <sub>у</sub> =5)	150	2	1.2	—	45	5	0.1 (К <sub>у</sub> =5)	2.95	
<b>Усилители с высоким синфазным напряжением</b>															
AD626	2	±1.2...±6, 2.4...12	КОММ. выводом	66 (f=100 Гц)	100	24	500	1 (типов.)	*	*	250	10, 100	0.5	3.33	
	0.29						2500						1		
AD628	1.6	±2.5...±18, 5...36	резист.	75	500 (К <sub>у</sub> =0.1)	40 (К <sub>у</sub> =0.1), 15 (К <sub>у</sub> =0.1)	1500	8	—	0.15	300	0.1...100	0.1	1.85	микромош.
AD629	1	±2.5...±18	—	77 (К <sub>у</sub> =1)	500 (К <sub>у</sub> =1)	15 (К <sub>у</sub> =1)	1000	20	—	—	550	1	0.05 (К <sub>у</sub> =1)	2.55	
<b>Широкополосные ОУ</b>															
AMP03	3.5	±4.5...±18	—	80	3000	1	*	*	*	*	750	1	0.008 (К <sub>у</sub> =1)	2.73	

\* не специфицирован ТУ

Одинарн.	Тип усилителя	Напряжение питания, В:		Rail-to-Rail		U <sub>см.</sub> , макс., мкВ	шум, нВ/Гц	I <sub>вх.</sub> , мА	I <sub>полн.</sub> , макс., мкА	V <sub>вх.</sub> В/мкс	Диапазон рабочих темпера- тур, °C	Тип корпуса			Цена, \$
		мин.	макс.	Вх.	Вых.							SC70	SOT-23	MSOP	
<b>Прецизионные усилители</b>															
AD795		±5	±18			500	11	10	1.5	1	0...70				2.97
AD797		±5	±18			40	0.9	50	10.5	20	-40...85				4.31
AD820	AD824	3	±18			400	16	0.01	0.8	3	-40...85				1.64
AD8510	AD8512	±5	±18			400	8	0.075	2.3	20	-40...125				1.13
AD8515		1.8	6			6000	22	0.03	0.45	2.7	-40...125				0.48
AD8517	A08527	1.8	6			3500	15	450	1.2	8	-40...125				0.95
AD8519	AD8529	2.7	12			1100	10	300	1.2	2.9	-40...125				0.88
AD8541	AD8544	2.7	6			6000	40	0.06	15	0.75	-40...125				0.48
AD8551	AD8554	27	6			5	42	0.05	30	0.975	-40...125				1.08
AD8565	AD8567	45	18			10000	26	600	0.85	6	-40...85				0.72
AD8571	AD8574	2.7	6			5	51	0.05	30	0.975	-40...125				1.00
AD8591	AD8594	2.7	6			25000	45	0.05	250	5	-40...85				0.50
AD8601	AD8604	2.7	6			500	33	0.06	30	1	-40...125				0.53
AD8605	AD8606	2.7	6			300	8	0.001	50	1.2	-40...125				0.67
AD8610	AD8620	±5	±13			2500	6	0.01	1.5	3.5	-40...125				3.37
AD8614	AD8644	5	20			5	16	0.001	15	7.5	-40...85				1.15
AD8628	AD8626	5	±13			500	22	0.1	30	1.1	-40...125				1.69
0AD8651		2.7	6			5	7	0.01	40	10	-40...125				0.95
AD8671	OP297	±5	±18			350	7	0.01	40	10	-40...125				1.10
OP97	OP497	±2	±20			75	3	10	3.5	4	-40...125				1.05
OP113	OP413	5	±18			125	4.7	600	3.8	1.2	-40...85				1.58
OP162	OP262	3	12			325	9.5	600	30	13	-40...125				1.52
	OP270	±45	±18			75	3.2	20	6.5	2.4	-40...85				2.52
	OP281	2.7	16			1500	70	10	3.5	4	-40...85				2.46
OP184	OP284	3	±18			65	3.9	450	1.45	2.4	-40...125				1.49
OP193	OP293	2	±18			150	65	20	0.03	0.15	-40...125				1.46
OP196	OP296	3	±18			300	26	50	0.06	0.3	-40...125				1.26
OP777	OP747	2.7	±18			100	15	11	10	0.2	-40...85				1.08
OP1177	OP4177	±25	±18			60	7.9	2	0.5	0.7	-40...125				0.80

\* в экономичном режиме

**ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ УСИЛИТЕЛЕЙ С ИЗМЕНЯЕМЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ УСИЛЕНИЯ**

Тип усилителя		F, макс., МГц	Коэффициент усиления		Диапазон коэфф. усилен., дБ	Погрешн. коэфф. усилен., дБ	Предусилитель	Вх. шум по напряж., нВ/√Гц	Вых. шум по току, пА/√Гц	Вых. шум (макс. К), нВ/√Гц	Шум-фактор, дБ	IP1, дБм	IP3, дБм	Zвх, Ом		Uплит. В	Р <sub>Потр</sub> на канал, МВт	Эко-ном. ре-жим	Особенности		
Одинарн.	Сдв.		Счетв.	нелин., дБ/В										лин., В/В	Один.					Дифф.	
<b>Аналоговое управление коэффициентом усиления</b>																					
	AD600		0...35	32	-	0...40	±0.2	-	1.4	-	158	-	-	100	-	2	-	±5	110	-	аналог AD602
	AD602		0...35	32	-	-10...30	±0.2	-	1.4	-	50	-	-	100	-	2	-	±5	110	-	аналог AD600
AD603			0...90/9	40	-	-11...31, 9...51	±0.5	-	1.3	-	46	19	35	100	-	2	-	±5	125	-	регул. коэфф.ц. усиления
	AD604		40	20...40	-	0...48, 6...54	±0.3	•	0.8	-	200	15	34	>1000	-	2	-	±5	220	•	предусили-тель с низким шумом
	AD605		40	20...40	-	-14...34, 0...48	±0.2	-	1.8	-	-	15	33	175	350	2	-	5	90	•	аналог AD604 без предусили-теля
AD8330			0...150	33	4.0	0...100	±7	-	5	-	62	-	-	500	1000	75	150	2.7...6	100	•	Z <sub>вх</sub> =75 Ом
AD8331	AD8334		0...120	50	-	-4.5...43.5, 7.5...55.5	±0.2	•	0.74	-	48/178	7	38	прог-рамм.	-	1	2	4.5...5.5	125	•	Z <sub>вх</sub> предусил. программ.
AD8367			0...500	45	-	-2.5...42.5	±0.2	-	-	-	-	8.5	27.5	200	-	50	-	2.7...5.5	130	•	наличие квадратичн. детектора
<b>Цифровое управление коэффициентом усиления</b>																					
AD8369			600	45	-	-5...40	±0.5	-	2	-	-	6.8	8.1	25	100	100	200	2.7...5.5	180	•	паралл. или последов. интерфейс
AD8370			0.001...700	28	-	6...34, -11...17	-	•	-	-	-	7	15.8	31	-	200	-	3...5.5	390	•	точная регулировка Ku
<b>Усилители с цифровым управлением коэффициентом усиления, предназначенные для кабельного ТВ</b>																					
AD8320			150	-	0.077	-10...26	±0.2	•	3.7	-	73	22.5	34	220	-	75	-	5...12	400...1160	•	диапазон усиления 36 дБ
AD8321			120	0.7526	-	-27.4...26	±0.2	•	3	-	60	19.5	23	820	900	75	-	5...9	810	•	диапазон усиления 54 дБ
AD8322			180	<sup>6</sup> 0.233243 дБ/МС*	-	-12.5...29.5	±0.2	•	2.1	-	63	19	-	210	230	-	75	5	565	•	драйвер линии 5 В
AD8323			115	0.75	-	-26...27.5	±0.2	•	2.5	-	60	18.5	-	800	1600	-	75	5	665	•	драйвер линии 5 В
AD8324			100	1	-	-25.5...33.5	±4	•	1.2	-	150	TBD	-	500	1000	-	75	3.3	693	•	драйвер линии 3.3 В
AD8325			100	0.75	-	-29...30	±0.3	•	1.8	-	56	18.5	-	800	1600	-	75	5	665	•	драйвер линии 5 В
AD8326			100	0.75	-	-26...28	±0.2	•	4	-	100	16.6	25	800	1600	-	75	±5, +12	1500, 1885	•	мощный выход
AD8327			160	<sup>6</sup> дБ/МС*	-	-18...30	±0.25	•	2	-	63	13.2	19	800	1600	75	-	5	525	•	грубая регулировка
AD8328			107	1	-	-27.5...31.5	±0.3	•	1.2	-	135	16.7	18.4	800	1600	-	75	5	600	•	недорогой драйвер

\* МС – основная несущая

## Усилители rail-to-rail по входу и выходу позволяют уменьшить напряжение питания и увеличить динамический диапазон

### Высококачественные ОУ rail-to-rail по входу и выходу

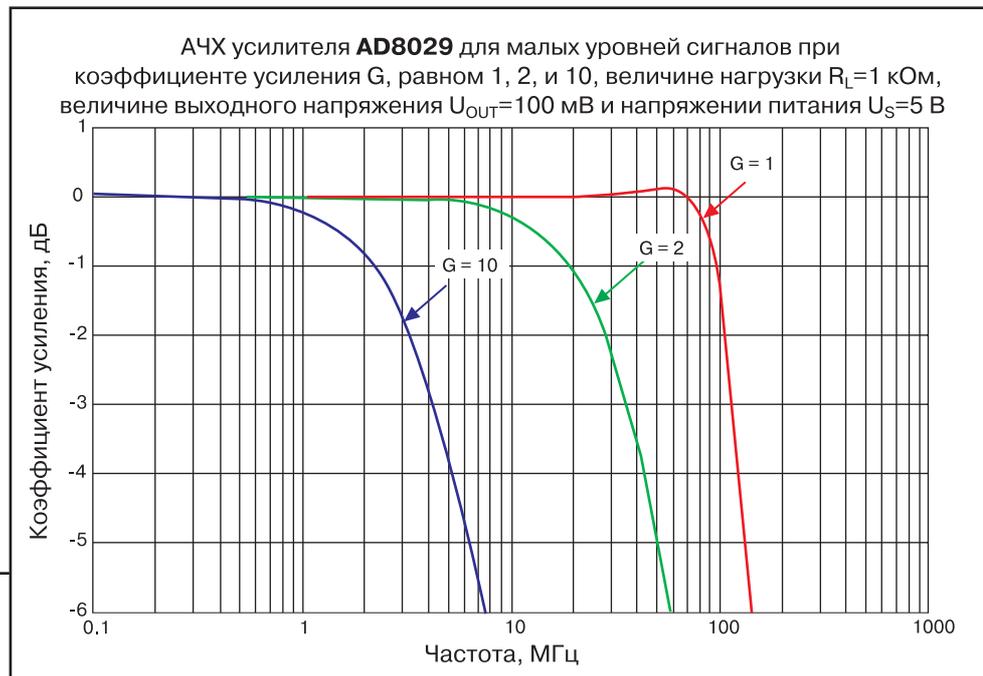
Усилители AD8027 (одинарный) и AD8028 (сдвоенный) имеют rail-to-rail вход и выход и отличаются низким уровнем шумов и искажений. На входе эти ОУ имеют по две дифференциальные пары транзисторов pnp- и npn-проводимости, что позволяет обеспечить rail-to-rail входной диапазон. Переход каждой из пар в активный режим работы происходит при изменении знака входного сигнала. Такое переключение приводит к повышению нелинейных искажений, вызванных перекрестной помехой. Усилители AD8027 и AD8028 имеют не только минимальный уровень перекрестной помехи, но, кроме того, переключение каждой из пар транзисторов в активный режим происходит в момент, когда напряжение сигнала близко к одному из

уровней напряжения питания. Это обеспечивает минимальный уровень погрешности, вызванной такими переключениями. Динамический диапазон неискаженного сигнала данных ОУ в полосе частот 1 МГц составляет 120 дБ, спектральная плотность шума по напряжению 4.5 нВ/√Гц, в связи с чем усилители AD8027 и AD8028 являются идеальными устройствами для построения систем с широким динамическим диапазоном и низким уровнем напряжения питания. Частотный диапазон этих ОУ составляет 190 МГц, скорость нарастания выходного сигнала 100 В/мкс, потребление 6 мА на один усилитель. ОУ AD8027 выпускается в корпусе типа SOIC или SOT-23, ОУ AD8028 – в корпусе типа SOIC или MSOP.

### Самые быстродействующие rail-to-rail по входу и выходу усилители с потреблением 1.3 мА

Усилитель AD8029 обеспечивает широкий динамический диапазон при напряжении питания 3 В и потреблении 1.3 мА. Полоса частот этого усилителя составляет 125 МГц, скорость нарастания выходного сигнала – 60 В/мкс. Данный усилитель является идеальным для применения в портативных устройствах с батарейным питанием. Спектральная плотность шума AD8029 не превышает 11 нВ/√Гц, напряжение питания находится в пределах от 3 до 12 В. AD8029 выпускается в корпусе типа SOIC или

SC70. Сдвоенная версия этого ОУ – AD8030 выпускается в корпусе SOIC или SOT-23, а счетверенная – AD8040 – в корпусе 14-SOIC или 14-TSSOP.



Тип ОУ	Число ОУ в корпусе	Частотный диапазон, МГц	Скорость нарастания, В/мкс	Уровень искажений в полосе частот 1 МГц, дБ	Ток потребления, мА	Стоимость, \$
AD8027	один	190	100	-120	6	1.19
AD8028	два	190	100	-120	6	1.89
AD8029	один	125	60	-73	1.3	0.85
AD8030	два	125	60	-73	1.3	1.20
AD8040	четыре	125	60	-73	1.3	1.60

## Voltage feedback ОУ с полосой частот 350 МГц и током потребления 1 мА

Тенденции развития современной элементной базы заключаются, прежде всего, в снижении потребляемой мощности ИМС и повышении плотности ее компоновки на поверхности печатной платы. Поэтому разработка так называемых холодных кристаллов является одним из основных направлений развития микроэлектроники на современном этапе. Этим тенденциям соответствуют voltage feedback усилители AD8038 (одинарный) и AD8039 (сдвоенный), имеющие полосу частот 350 МГц, скорость нарастания выходного сигнала 425 В/мкс и ток потребления 1.0 мА на усилитель (максимальное значение 1.5 мА).

Низкая мощность потребления ОУ AD8039 позволяет минимизировать требования к батарейному питанию и охлаждению изделий, созданных на основе этого ОУ. Это, кроме того, дает возможность повысить надежность и увеличить срок службы устройств, выполненных с применением ОУ AD8039.

Еще одной положительной особенностью усилителей AD8038 и AD8039 является их высокая точность. Максимальное напряжение смещения нуля этих ОУ составляет 3 мВ, а максимальный ток смещения 750 нА. Выполненные по XFCEB-технологии, эти ОУ имеют спектральную плотность шума по напряжению 8 нВ/√Гц и току 600 фА/√Гц. Они имеют достаточно широкий динамический диапазон – по входу и выходу на 1 В меньше размаха напряжений питания, могут работать на емкостную нагрузку до 25 пФ без использования включенного последовательного резистора. В ОУ AD8039, кроме того, имеется цепь блокировки.

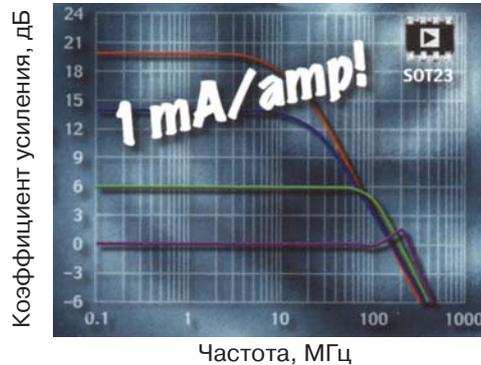
Усилитель AD8038 выпускается в корпусе SC70, а сдвоенный AD8039 – в корпусе 8-SOT23. Диапазон рабочих температур этих ОУ находится в пределах от -40 до 85 °С.

## Самые экономичные в классе быстродействующих ОУ усилители с минимальным уровнем искажений

Current feedback усилители AD8007/AD8008 отличаются сверхнизким уровнем шумов и искажений. Они относятся к самым быстродействующим в своем классе ОУ. При этом по сравнению с ближайшими аналогами данные усилители имеют более низкую стоимость. Ток потребления этих усилителей (9 мА) на треть меньше тока потребления аналогичных ОУ других производителей, что позволяет существенно расширить области применения усилителей AD8007/AD8008. К таким областям прежде всего относятся проводные и беспроводные телекоммуникации, ультразвуковая аппаратура и измерительные приборы.

Полоса частот 600 МГц и скорость нарастания выходного сигнала 1000 В/мкс позволяют использовать эти ОУ в быстродействующих системах и устройствах. Данные ОУ, кроме того, отличаются низким уровнем нелинейных искажений: вторая гармоника составляет -88 дБ на частоте 5 МГц и -78 дБ на частоте 20 МГц, третья гармоника – -101 дБ на частоте 5 МГц и -93 дБ на частоте 20 МГц. Спектральная плотность шума по напряжению составляет 2.7 нВ/√Гц и шума по току 22.5 пА/√Гц. Усилитель AD8007 выпускается в корпусе SC70 или 8-SOIC.

### Сдвоенный быстродействующий voltage feedback ОУ AD8039



#### ПРИМЕНЕНИЕ

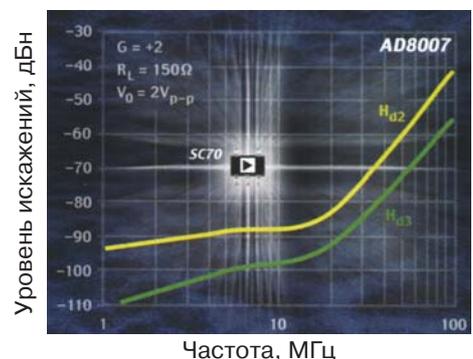
- портативные устройства с батарейным питанием
- измерительные приборы
- фильтры
- драйверы АЦП
- двигатели уровней
- буферы
- встроенные системы с высокой плотностью размещения компонентов на печатной плате

AD8039

\$ 1.20

- частотный диапазон 350 МГц
- максимальный ток потребления 1.5 мА
- скорость нарастания выходного сигнала 425 В/мкс
- спектральная плотность шума 8 нВ/√Гц
- максимальное напряжение смещения нуля 3 мВ
- максимальный входной ток смещения 750 нА

### ОУ с минимальным уровнем искажений и током потребления 9 мА



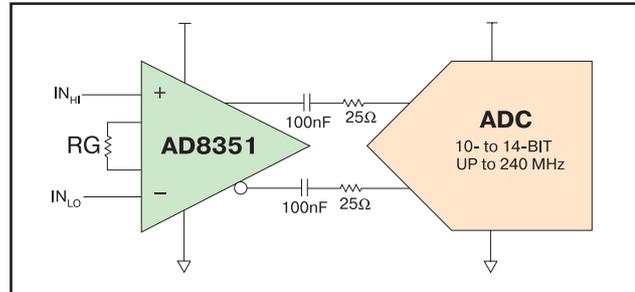
AD8007  
\$ 1.19

#### ПРИМЕНЕНИЕ

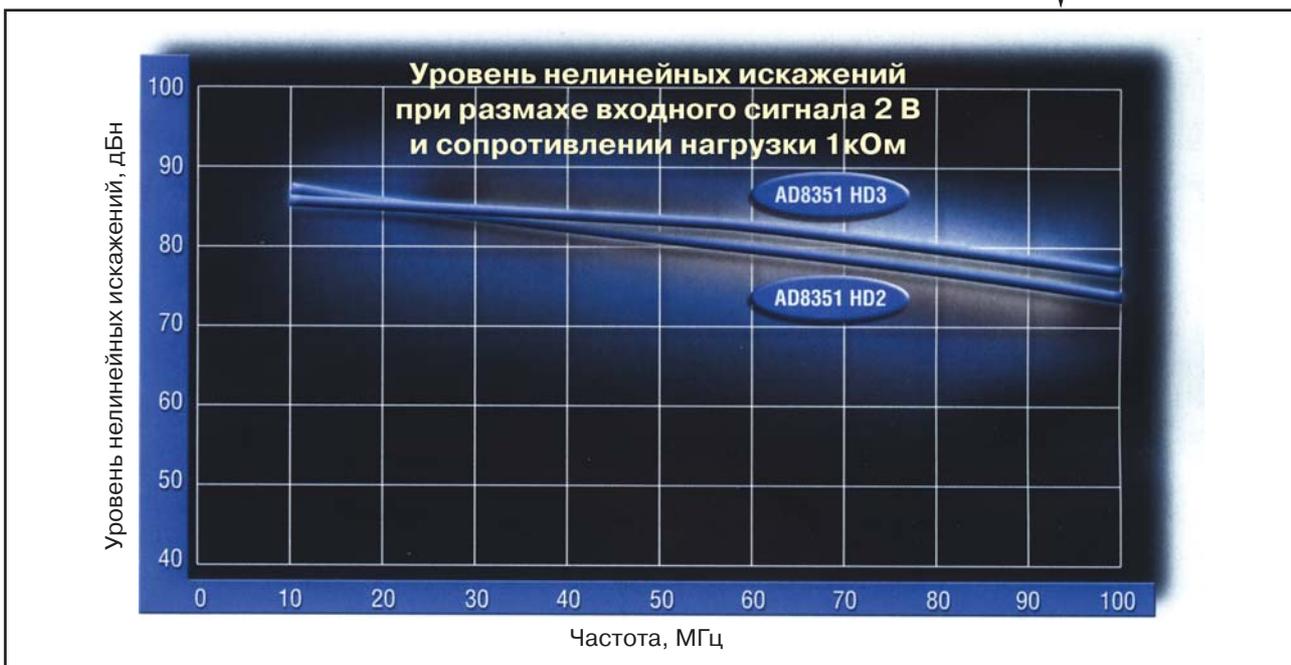
- измерительные приборы
- ВЧ и ПЧ фильтры
- драйверы АЦП
- буферные усилители ЦАП

## Дифференциальный усилитель с низким потреблением и минимальным уровнем искажений

Дифференциальный усилитель AD8351 имеет сверхнизкий уровень искажений и предназначен для использования в качестве драйвера быстродействующих АЦП с разрешением 10 и 14 бит. Особенностью этого усилителя является регулируемый с помощью одного внешнего резистора коэффициент усиления в диапазоне от 0 до 26 дБ, а также регулируемое напряжение смещения нуля, что позволяет пользователю согласовать вход АЦП с источником входного сигнала. Основными преимуществами этого усилителя являются низкие уровни шумов и искажений в области высоких частот, что особенно важно при построении дифференциальных каналов быстродействующих измерительных систем.



Особенности	Параметры
<ul style="list-style-type: none"> <li>• широкий частотный диапазон</li> <li>• регулировка коэффициента усиления с помощью одного внешнего резистора</li> <li>• регулируемый уровень синфазного сигнала</li> <li>• малое время установления и восстановления</li> <li>• наличие блокировки</li> <li>• тип корпуса 10-MSOP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уровень нелинейных искажений -81 дБн на частоте 70 МГц</li> <li>• спектральная плотность шума при коэффициенте усиления 10 дБ составляет 2.7 нВ/√Гц</li> <li>• высокая линейность</li> <li>• скорость нарастания выходного сигнала 13 000 В/мкс</li> <li>• ток потребления 28 мА при напряжении питания 5 В</li> </ul>



## Рекомендации по применению новых усилителей

Тип усилителя	Стоимость, \$	Особенности
AD8067	2.29	AD8067 отличается широким частотным диапазоном (до 500 МГц при коэффициенте усиления 10) и скоростью нарастания выходного сигнала 500 В/мкс. Максимальное напряжение смещения нуля этого ОУ 1мВ, дрейф – 12 мкВ/°С. Благодаря FET-транзисторам на входе ток смещения AD8067 не превышает 1 пА.
AD628	1.85	AD628 – прецизионный дифференциальный усилитель с высокими параметрами по постоянному току и большим КОСС в полосе рабочих частот. Усилитель позволяет согласовать стандартные входные сигналы по току или напряжению с входным диапазоном новых АЦП, включая сигма-дельта преобразователи.
AD8221	2.25	AD8221 – измерительный усилитель с высоким КОСС в полосе рабочих частот, выпускается в корпусе MSOP (который в два раза меньше корпуса SOIC). КОСС равен 90 дБ при единичном коэффициенте усиления на частоте 10 кГц. Напряжение смещения нуля AD8221 100 мкВ, дрейф этого напряжения 0.8 мкВ/°С.
AD8390	3.15	Усилитель AD8390 отличается высоким выходным током и низким потреблением и может быть использован в качестве драйвера для систем связи в стандартах ADSL, SDSL и VDSL. Драйвер обеспечивает мощность 24.4 дБм при низкоомной нагрузке, что вполне достаточно для компенсации потерь в линии.
AD8605	0.67	Усилители AD8605 (одинарный), AD8606 (сдвоенный) и AD8608 (счетверенный) имеют rail-to-rail вход/выход, отличаются низким уровнем напряжения смещения нуля, малыми шумами и искажениями и широким частотным диапазоном. Работают при одном напряжении питания от 3 до 5 В. В данных ОУ используется оригинальная технология подгонки параметров, не требующая использования лазера и обеспечивающая высокую точность характеристик усилителя.
AD8606		
AD8608		
AD8631	0.84	Усилитель AD8631 относится к прецизионным широкополосным ОУ, отличающимся низким током потребления и имеющим напряжение питания 1.8 В. Миниатюрный корпус (5-SOT23) позволяет располагать этот ОУ вблизи от сенсора, что обеспечивает снижение уровня шумов. Биполярные усилители AD8631/AD8632 являются rail-to-rail по входу и выходу, имеют частотный диапазон 4 МГц и напряжение смещения нуля 0.8 мВ.
AD8517	0.95	Усилитель AD8517 отличается высокой точностью и быстродействием, выпускается в корпусе 5-SOT23 и имеет напряжение питания 1.8 В. Миниатюрный корпус позволяет размещать этот ОУ рядом с сенсором, что обеспечивает минимальный уровень шумов. Усилитель AD8527 (сдвоенный ОУ) выпускается в корпусе MSOP.
AD8005	1.47	AD8005 отличается высоким быстродействием, широким частотным диапазоном (170 МГц) и скоростью нарастания выходного сигнала 280 В/мкс. Потребляемый ток этого усилителя составляет 400 мкА. Применение ОУ AD8005 в портативных устройствах позволяет увеличить ресурс батарейного питания без ухудшения технических характеристик.
AD8369	4.20	Усилитель с программно управляемым коэффициентом усиления AD8369 может работать от сверхнизких частот до высоких (500 МГц), обеспечивая высокую равномерность АЧХ во всем частотном диапазоне. Управление коэффициентом усиления осуществляется в диапазоне от -5 до 40 дБ с инкрементом 3 дБ. Управляющее слово содержит четыре разряда и поступает в усилитель через последовательный или параллельный интерфейс.

## Широкополосный усилитель с программно управляемым коэффициентом усиления

**A**D8370 – линейный дифференциальный усилитель с программно управляемым коэффициентом усиления, предназначенный для использования в проводных и беспроводных телекоммуникациях. Полоса частот AD8370 составляет 700 МГц, что позволяет использовать его в каналах промежуточной частоты вплоть до 380 МГц. Коэффициент усиления задается через трехразрядный последовательный интерфейс, причем имеется два диапазона регулировки усиления: с высоким коэффициентом усиления от 6 до 34 дБ и низким – от -11 до 17 дБ. Это позволяет регулировать коэффициент усиления с разрешением 1 дБ, что обеспечивает максимальную чувствительность приемника. Малые интермодуляционные искажения, высокий уровень сжатия сигнала на выходе, низкий уровень шумов позволяют использовать усилитель AD8370 в качестве предусилителя для быстродействующих АЦП, таких как 12-разрядные преобразователи фирмы Analog Devices AD9226, AD9235, AD9433 или AD6640. Усилитель AD8370 может быть использован для автоматической регулировки усиления в каналах ПЧ со следующими частотами: 70, 140, 190, 240 или 380 МГц. Это, прежде всего, системы телекоммуникаций в стандартах GSM/CDMA/WCDMA.

Усилитель AD8370 выпускается в корпусе 16-TSSOP и работает в температурном диапазоне от -40 до 85 °С.



AD8370

\$ 4.20

- полоса частот до 700 МГц
- дифференциальный по входу и выходу
- трехпроводной последовательный цифровой интерфейс
- два диапазона регулировки усиления, которые выбираются с коммутацией внешних выводов:
  - от 6 до 34 дБ
  - от -11 до 17 дБ
- выходная мощность 31 дБм на частоте 70 МГц

### 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>


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

# CeraCon



Новітня технологія тепер і в Україні



## Пористі ущільнювачі

Нова технологія виготовлення пористих ущільнювачів, запропонована німецькою фірмою CeraCon, орієнтована на застосування в автомобільній і електротехнічній промисловості, в телекомунікаційній апаратурі та ін. Вона розрахована на впровадження як при виготовленні невеликих партій виробів, так і при повній автоматизації процесу у великосерійному виробництві.

Основні переваги:

- простота нанесення
- короткий термін полімеризації навіть в умовах нормальної температури довкілля
- рівномірність нанесення покриття незалежно від ширини ущільнення
- надійність покриття при експлуатації у широкому діапазоні температури довкілля
- невисока ціна

Прямі поставки обладнання, технології, витратних матеріалів від VD MAIS,  
тел.: (044) 227-2262, 227-1356, e-mail: malinovsky@vdmals.kiev.ua

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

**В** статье приведены основные технические параметры выпускаемых фирмой Astec Power неизолированных одинарных DC/DC-преобразователей серии АТН06/10/12/15/22/30, отличающихся не только высокими характеристиками, возможностью дистанционного контроля и управления, промышленным диапазоном рабочих температур и надежностью, но и возможностью изменения выходного напряжения даже в "горячем" режиме (в том числе нескольких преобразователей одновременно при соединении вместе входов, на которые подается сигнал управления).



**Г. Местечкина**

Новая серия одинарных DC/DC-преобразователей серии АТН, выпускаемых фирмой Astec Power, принадлежит к классу источников POL (Point-Of-Load), устанавливаемых в непосредственной близости от нагрузки [1] и рассчитанных, несмотря на достаточно большую выходную мощность (до 143 Вт), на размещение на печатной плате. Такая возможность размещения преобразователей этой серии непосредственно на плате обеспечивается благодаря их высокой удельной мощности (от 12 до 16 Вт/см<sup>3</sup>), причем, варианты конструктивного исполнения обеспечивают возможность их монтажа как в отверстия, так и на поверхность печатной платы.

POLA (POL Alliance) преобразователи серии АТН разработаны благодаря созданию в июне 2003 г. альянса трех фирм: Astec Power, Artesyn и Texas Instruments с целью разработки POL DC/DC-преобразователей с высокими характеристиками, гибкой регулировкой выходных напряжений, высокой степенью защиты и функционально совместимых друг с другом.

Преобразователи серии АТН отличаются высоким КПД (92-95 %), стабильностью выходного напряжения, надежностью, имеют защиту от перегрузки по току нагрузки и снижения за допустимый предел входного напряжения, а также перегрева с последующим автоматическим восстановлением после устранения причины, вызвавшей срабатывание защиты. Кроме того, обеспечивается возможность дистанционного управления включением/выключением преобразователей, а также регулировки в широких пределах выходного напряжения изменением (возможно и программным путем) сопротивления подключаемого извне резистора R<sub>SET</sub>.

Однако, основной особенностью преобразователей серии АТН (обеспечивающих выходное напряжение от 0.8 до 5.5 В и ток в нагрузке от 6 до 30 А), ставшей базой новых преобразователей POLA типа АТН06/08/10/12/15/22/30 [2], является впервые введенный в DC/DC-преобразователи режим Auto-Track™, защищенный торговой маркой фирмы Astec Power.

Этот режим позволяет регулировать напряжение на выходе преобразователя установкой на его входе

Track уровня напряжения, которое необходимо получить на выходе. При этом выходное напряжение "следует" за управляющим входным, но только до тех пор, пока на выходе не установится напряжение, соответствующее номинальному значению U<sub>НОМ</sub>, заданному сопротивлением резистора R<sub>SET</sub>. После этого выходное напряжение, несмотря на увеличение напряжения на входе преобразователя, остается неизменным, равным U<sub>НОМ</sub>. При необходимости управления выходным напряжением нескольких DC/DC-преобразователей (даже если они имеют разные U<sub>НОМ</sub>) сигнал управления подается на соединенные вместе входы Track этих преобразователей.

Введение режима Auto-Track раскрывает широкие возможности применения DC/DC-преобразователей серии АТН в устройствах, питание активных элементов которых выполняется одинаковыми по уровню, но двухполярными напряжениями, а также несколькими напряжениями, которые должны подаваться одновременно (например, ОУ, сигнальных процессоров, микропроцессоров, ИМС типа ASIC и др.).

Поскольку управляющее напряжение на входе Track может изменяться, начиная от "0" В, этот режим можно использовать также для выключения преобразователя снижением до нуля напряжения на этом входе.

Кроме того, этот режим позволяет включать несколько преобразователей параллельно с равномерным распределением токов нагрузки, а также в режиме резервирования (N+1), когда в случае отказа одного к нагрузке будет подключен резервный с тем же выходным напряжением. При последовательном подключении преобразователей серии АТН требуемое суммарное напряжение может быть также установлено с высокой точностью.

Существенным отличием DC/DC-преобразователей серии АТН от традиционных является наличие двух дополнительных режимов управления: Pre-Biased start-up и Margin Up/Down. Первый из них позволяет произвести "медленный" запуск преобразователя, при котором напряжение на выходе появляется не скачком, а увеличивается постепенно благодаря подключению к управляющему входу Track интегрирующей

**Таблица 1. Основные технические характеристики DC/DC-преобразователей серии АТН**

Наименование параметра	Тип преобразователя АТН										
	06	08	10	12	15	18	22	26	30		
Выходная мощность, Вт	33	44	66	99	143						
Входное/выходное напряжение, В	3.3 / (0.8-2.5), 5.0 / (0.8-3.6), 12.0 / (1.2-5.5)										
Диапазон изменения входного напряжения, %	±10										
КПД (при $U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}$ , В/В: 2.5/3.3, 3.3/5.0, 5.0/12.0), %	95	92	95	96	92						
Макс. ток нагрузки $I_{\text{нагр. макс}}$ , А	6.0	8.0	10	12	15	18	22	26	30		
Суммарная нестабильность $U_{\text{вых}}$ , %	1.0 (от $U_{\text{вых}}$ типов при измен. $U_{\text{вх}}$ и $I_{\text{нагр}}$ )										
Уровень шумов+пульсаций	30 мВ, типов. ( $U_{\text{вых}} \leq 2.5$ В), 1 % ( $U_{\text{вых}} > 2.5$ В)										
Регулировка $U_{\text{вых}}$ :	$R_{\text{SET}}$	резистивная (программируемая)									
	по входу Track	изменением напряжения от 0 до $U_{\text{ном}}$									
	по входам Margin Up/Down	±5 % $U_{\text{ном}}$ (сигналом TTL, отрицательным)									
Уровень кратковременного всплеска $U_{\text{вых}}$ , мВ	100, типов. (для $U_{\text{вых}}=3.3$ В при измен. $I_{\text{нагр}}$ от 50 до 100 % от $I_{\text{нагр. макс}}$ )										
Время восстановления после скачкообразного изменения $I_{\text{нагр}}$ , мкс	70 ( $C_{\text{вых}}=330$ мкФ)										
Дистанционное управление:	вкл./выкл.	TTL положительный									
	защита от сниж. $U_{\text{вх}}$	обеспечивается									
	защита от перегрузки, % от $I_{\text{нагр. макс}}$	160	175						155		
	защита от перегрева	-				+					
Напряжение компенсации падения напряж. на проводах соединения с нагрузкой, мВ	300 (макс.)										
Расчетные значения наработки до отказа, млн ч	-		5.7		4.9		-				
Диапазон температур, °С:	рабочих	-40...85									
	хранения	-40...125									
Безопасность	cUL 60950, TUV или VDE EN 60950										
Удельная мощность, Вт/см <sup>3</sup>	14.01	12.25	13.3	13.1	16.0						
Габаритные размеры, мм (до платы)	22.1×12.5×8.5	25.27×15.75×9.0	34.8×15.75×9.0	37.97×22.1×9.0	34.8×28.45×9.0						

щей RC-цепочки, через которую подается напряжение управления. При включении преобразователя это предотвращает появление в источнике его питания и на выходе скачка тока, вызванного зарядом конденсаторов входного и выходного фильтров.

Второй режим, Margin Up/Down, позволяет при подаче на соответствующие входы преобразователя управляющего сигнала TTL-уровня изменять скачком напряжение на выходе в пределах ±5 %  $U_{\text{ном}}$ . Возможно также изменение на ±1, 2, 3 и 4 %  $U_{\text{ном}}$  регулировкой сопротивлений резисторов, включаемых на входах Margin Up и Margin Down.

Основные технические характеристики и параметры DC/DC-преобразователей серии АТН приведены в табл. 1, 2.

Трудно перечислить все преимущества преобразователей серии АТН, однако, к приведенным можно добавить также возможность дистанционного управления напряжением, что позволяет повысить эффективность использования источника, снизить энергозатраты. Последнее особенно актуально для объектов с автономным питанием и удаленных систем.

Контроль напряжения, подаваемого на нагрузку, выполняется с помощью встроенного в преобразователь датчика при соединении нагрузки с входом Sense преобразователя. При анализе соответствия выход-

ного напряжения заданному учитывается падение напряжения на проводах, соединяющих выход с нагрузкой.

Малый уровень пульсаций и шумов на выходе преобразователя, обеспечиваемый благодаря высокой частоте преобразования (350 кГц), небольшой всплеск выходного напряжения и малое время восстановления при скачкообразном изменении тока нагрузки, высокая термостабильность выходного напряжения в широком диапазоне рабочих температур (от -40 до 85 °С), а также широкий диапазон регулировки выходного напряжения (от 0.8 до 5.5 В) при входном напряжении 3.3, 5.0 или 12.0 В и наличие режима Auto-Track делают DC/DC-преобразователи серии АТН весьма перспективными для применения в качестве источников питания в предназначенных для высокоскоростной обработки сигналов промышленных системах. Эти преобразователи могут найти применение в устройствах телекоммуникаций, системах сбора данных (беспроводных базовых станциях, охранных и оптических устройствах, концентраторах и маршрутизаторах, беспроводных передатчиках и приемниках), испытательном и измерительном оборудовании, в которые входят DSP, микропроцессоры, драйверы шин, ИМС типа ASIC, FPGA и др.

Полная совместимость всех преобразователей

**Таблица 2. Основные параметры DC/DC-преобразователей серии АТН**

Внешний вид	Тип	Вх. напряж., В	Вых. напряж., В	Ток нагрузки, А	КПД, %
	ATN06T033-9(S)(J) ATN06T05-9(S)(J) ATN06K12-9(S)(J)	3.0-3.6 4.5-5.5 10.8-13.2	0.8-2.5 0.8-3.6 1.2-5.5	6.0 6.0 6.0	95 95 95
	ATN10T033-9(S)(J) ATN10T05-9(S)(J) ATN08K12-9(S)(J)	3.0-3.6 4.5-5.5 10.8-13.2	0.8-2.5 0.8-3.6 1.2-5.5	10.0 10.0 8.0	92 92 92
	ATN15T033-9(S)(J) ATN15T05-9(S)(J) ATN12K12-9(S)(J)	3.0-3.6 4.5-5.5 10.8-13.2	0.8-2.5 0.8-3.6 1.2-5.5	15.0 15.0 12.0	93 95 94
	ATN22T033-9(S)(J) ATN22T05-9(S)(J) ATN18K12-9(S)(J)	3.0-3.6 4.5-5.5 10.8-13.2	0.8-2.5 0.8-3.6 1.2-5.5	22.0 22.0 18.0	95 96 95
	ATN30T033-9(S)(J) ATN30T05-9(S)(J) ATN26K12-9(S)(J)	3.0-3.6 4.5-5.5 10.8-13.2	0.8-2.5 0.8-3.6 1.2-5.5	30.0 30.0 26.0	93 94 94

серии АТН по выводам упрощает их замену в модернизируемых и находящихся в эксплуатации изделиях. По электромагнитной совместимости DC/DC-преобразователи серии АТН соответствуют требованиям международных стандартов и находятся на этапе сертификации специализированными аттестационными центрами.

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

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Местечкина Г. POL DC/DC-преобразователи фирмы Astec Power//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2004, № 1, 2.
2. Preliminary Data Sheet. – Astec Power, REV01: July 31, 2003.

**Пример обозначения DC/DC-преобразователей серии АТН:**

**Выходное напряжение, В:**  
Т – 0.8  
К – 1.2

**Входное напряжение, В:**  
033 – (3.0-3.6)  
05 – (4.5-5.5)  
12 – (10.8-13.2)

**АТН 0 6 Т 033 - 9 SJ**

**Ток нагрузки, А:**  
06 – 6.0  
08 – 8.0  
10 – 12.0  
15 – 15.0  
18 – 18.0  
22 – 22.0  
26 – 26.0  
30 – 30.0

**Регулируемое выходное напряжение**  
J – корпус для монтажа в отверстия, упаковка в лотках  
SJ – корпус для SMT монтажа, упаковка в лотках  
S – корпус для SMT монтажа, упаковка на катушке

**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. Жиланська, 29  
тел.: (044) 227-1389, 227-5281, факс: (044) 227-3668  
e-mail: [info@vdmals.kiev.ua](mailto: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, RECOM, 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 Діп"**  
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

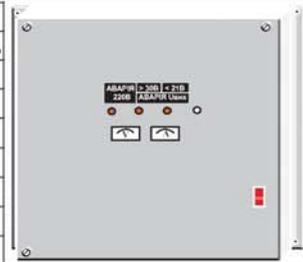
## ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ТА ПЕРЕТВОРЮВАЧІ НАПРУГИ підприємства "ДЕЛЬТА"

### Джерела живлення апаратури на кораблях

ТУ У 01497468.004-95 сертифікат № СТС 14-3-15-01 Регістру судноплавства України

Джерела живлення призначені для забезпечення вузлів зв'язку на судах і інших об'єктах номінальною напругою 12 або 24 В в буфері з акумуляторною батареєю (АБ). Джерела забезпечують миттєве переключення навантаження на живлення від акумулятора і навпаки відповідно при пропаданні і появі напруги мережі, автоматичний заряд і підзаряд акумуляторної батареї з характеристикою I/U, мають дистанційну сигналізацію (сухі контакти) наявності вхідної мережі, а також звукову і світлову сигналізацію аварійних ситуацій – пропадання напруги вхідної мережі, збільшення (зменшення) вихідної напруги.

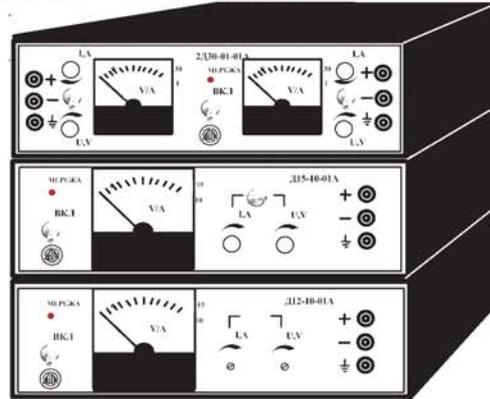
Технічні характеристики	Од. вим.	Д24-24	Д24-10	Д12-20
Вхідна напруга	В	220 <sup>+10%,-15%</sup>	220 <sup>-10%,-15%</sup>	220 <sup>+10%,-15%</sup>
Частота мережі	Гц	50-60	50-60	50-60
Вихідна напруга	В	27,6	27,6	13,8
Максимальний струм навантаження	А	24	10	20
ККД, не менше	%	90	90	90
Габаритні розміри	мм	410*405*75	375*310*75	375*310*75
Маса	кг	8	6	6
Ціна, без ПДВ	грн.	2985	1248	1226



### Джерела живлення

ТУ У 01497468.001-95 сертифікат UA1.018.08138-96

Назва	U <sub>вих.</sub> , В	I <sub>н.</sub> , А	Уст. U <sub>вих.</sub> , В	Ціна, грн. без ПДВ
Лабораторні				
2Д30-01-01А (2 незалеж. ДЖ)	0-30	0-1	-	533
Д15-10-01А	0-15	0-10	-	336
Д15-20-01А	0-15	0-20	-	533
Д30-06-01А	0-30	0-6	-	363
Д30-10-01А	0-30	0-10	-	533
Д60-03-01А	0-60	0-3	-	336
Д60-06-01А	0-60	0-6	-	640
Д80-02-01А	0-80	0-2	-	336
Д80-05-01А	0-80	0-5	-	693
З можливістю підключення АБ				
Д12-10-01А	0-15	0-10	13,8	336
Д12-20-01А	0-15	0-20	13,8	533
Д24-06-01А	0-30	0-6	26,4	363
Д24-10-01А	0-30	0-10	26,4	533
Д48-03-01А	0-60	0-3	55,2	336
Д48-06-01А	0-60	0-6	55,2	640
Д60-02-01А	0-80	0-2	69	336
Д60-05-01А	0-80	0-5	69	693



Захист від перевантажень, короткого замикання, х-ка I/U (автомат. перехід в режим стаб. струму).

**Цілодобова робота при максимальному навантаженні. ККД - 90 %.** Габаритні розміри – 250\*210\*80 мм, маса – не більше 2 кг.

**Гарантія 5 років.** Доставка всіх виробів в межах України безплатно.

### Перетворювачі напруги DC/AC (інвертори)

Перетворювачі постійної напруги в змінну, стабілізовану, квазісинусоїдальну напругу 220 В частотою 50 Гц призначені для живлення будь-якої апаратури, в тому числі для роботи на телефонних станціях.

Технічні характеристики	Од. вим.	ПН60-220-04	ПН48-220-04	ПН24-220-04	ПН12-220-04	ПН60-220-05	ПН48-220-05	ПН24-220-05	ПН60-220-1,0	ПН48-220-1,0	ПН60-220-1,5	ПН48-220-1,5	ПН24-220-1,5
Вхідна постійна напруга	В	53...72	44...54	22...27	10,5...13,6	53...72	44...54	22...27	53...72	44...54	53...72	44...54	22...27
Авт. відкл. при вхідн. напрузі, менше	В	53	44	22	10,5	53	44	22	53	44	53	44	22
Макс. вих. потужн.	Вт	400	400	400	400	500	500	500	1000	1000	1500	1500	1500
Стартова потужн. (2 хв.)	Вт	-	-	-	-	800	800	800	-	-	-	-	-
ККД, не менше	%	90	90	90	90	93	93	93	94	94	94	94	94
Габаритні розміри	мм	250*80*235	250*80*235	250*80*235	250*80*235	250*80*235	250*80*235	250*80*235	250*80*295	250*80*295	482*190*380		
											Уст. в 19" стойку		
Маса	кг	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	3,8	3,8	13	13	13
Ціна, без ПДВ	грн	549	549	560	560	693	693	693	1013	1013	3603	3603	3603

Вихідна змінна напруга, В – 220±10 | Частота вихідної напруги, Гц – 50±0,5

Крім цього, виготовляємо лабораторні джерела живлення з цифровою індикацією, потужні джерела безперебійного живлення для АТС, UPS на 5-6 год. роботи, перетворювачі напруги DC/DC до 1кВт, зарядні пристрої, регулятори температури до 1кВт, системи керування антенами діаметром до 12 м, годинники, таймери та інше.



**46016, м. Тернопіль, вул.Текстильна, 38 КП "ДЕЛЬТА"**

тел./факс: (0352) 25-58-52, [delta@delta.te.ua](mailto:delta@delta.te.ua), [www.bit.ternopil.ua/ukr/Firm/Delta](http://www.bit.ternopil.ua/ukr/Firm/Delta)

**CLM9000 PLUS  
CLM9000-V PLUS**

ESSEMEC®

## **ГНУЧКІ АВТОМАТИ-УСТАНОВНИКИ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ НА ДРУКОВАНУ ПЛАТУ**

### **Основні технічні характеристики:**

- 190 інтелектуальних живлювачів з вбудованими мікропроцесорами
- типи живлювачів: стрічкові, лоткові, пенальні та касетні
- лазерна центрувальна система для компонентів розмірами від 0.4×0.2 до 32.0×32.0 мм
- двокамерна система технічного зору для установки електронних компонентів з кроком до 0.5 мм, а також компонентів у корпусах BGA або мікро-BGA
- вбудована система дозаторів паяльної пасти



### **Особливості:**

- зміна живлювачів без перепрограмування і зупинки процесу монтажу
- можливість установки компонентів на поверхню одно- та двосторонніх друкованих плат
- забезпечення установки компонентів висотою до 15 мм, наприклад, транзисторів, конденсаторів, об'ємних резисторів тощо
- швидка зміна типу друкованої плати за рахунок попереднього завантаження відповідного програмного забезпечення

Виробник – швейцарська фірма  
ESSEMEC

**VD MAIS – офіційний дистриб'ютор фірми ESSEMEC в Україні**

## АНАЛИЗАТОР xDSL

**НПФ** "Интегдиф" разрабатывает и производит измерительные приборы для телекоммуникаций. В статье рассмотрен один из наиболее современных измерительных приборов – "Анализатор xDSL", предназначенный для определения параметров линий связи, в которых использована технология xDSL, а также для нахождения дефектов и контроля работоспособности сети электросвязи.

**А. Леонтьев, Л. Леонтьева, С. Малик**

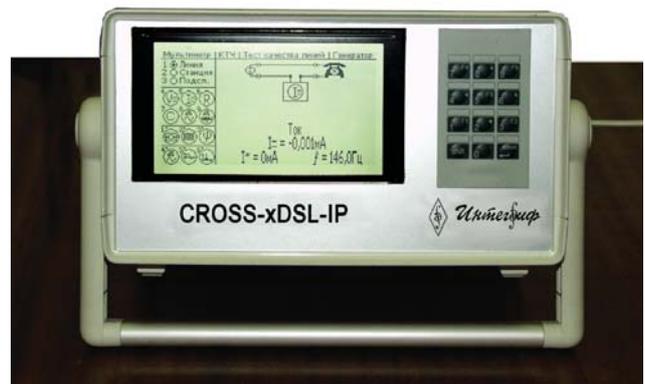
Анализатор предназначен для измерений параметров линий связи, построенных на симметричных медных линиях с технологиями VOICE, ISDN, E1, HDSL, ADSL. В настоящее время высокоскоростной доступ к телекоммуникационным сетям, а также к сети Internet является насущной необходимостью. В Украине имеется огромное количество линий связи на медных кабелях и их использование для обеспечения высокоскоростного доступа имеет долгосрочную перспективу. Так называемые xDSL технологии позволяют эффективно использовать имеющиеся медные кабели, приближая скорость и качество передачи к показателям, достигнутым лишь на волоконно-оптических линиях. Чтобы эффективно внедрять xDSL технологии требуется тестирование линий на их пригодность для работы в полосе частот до 2 МГц.

Для определения соответствия линий новым технологиям передачи данных необходим измерительный прибор, обеспечивающий требуемые характеристики. Имеющиеся на рынке импортные приборы, такие как ALT-2000 (Aten), CableSharc (Consultronics), ELQ-2 (Elektronika), позволяют признать весь спектр изменений на линиях, однако стоимость их очень высока.

Фирмой "Интегдиф" разработан и находится на стадии испытаний прибор гораздо меньшей стоимости, который по параметрам и функциональным возможностям не отличается от аналогов. Внешний вид "Анализатора xDSL" приведен на рис. 1.

"Анализатор xDSL" обеспечивает следующие виды измерений:

- уровня и частоты сигнала в полосе до 2 МГц
- неравномерности АЧХ линии
- затухания на частоте, равной половине тактовой
- переходного затухания
- шума в рабочей полосе
- джиттера
- импедансно-частотной характеристики (ИЧХ)
- измерение и генерацию двухчастотных сигналов DTMF и R1
- емкости
- тока
- напряжения
- сопротивления изоляции
- балансировки пары
- асимметрии пары.



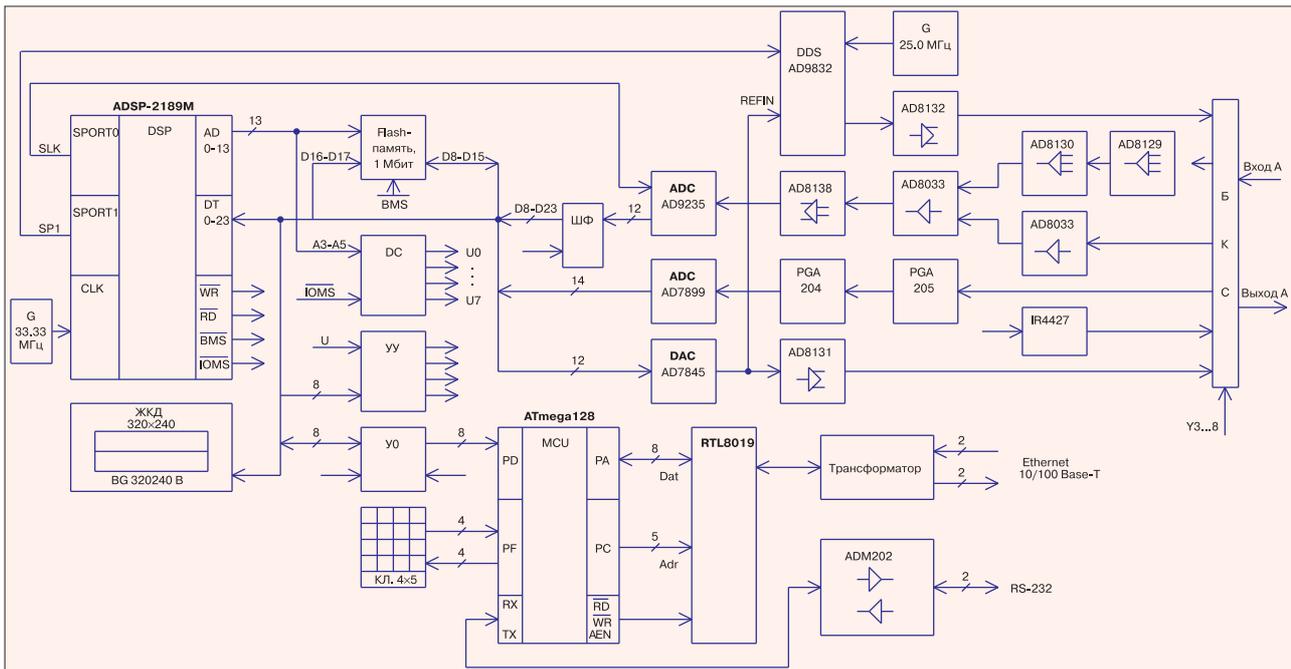
**Рис. 1. Анализатор xDSL**

"Анализатор xDSL" обеспечивает выполнение следующих функций:

- анализатора спектра
- рефлектометра
- генератора сигнала с частотами до 2 МГц и шагом перестройки 0.1 Гц
- генератора двухчастотного сигнала с частотами до 20 кГц
- генератора шума.

Создание столь многофункционального прибора стало возможным благодаря применению электронных компонентов фирмы Analog Devices, которая производит практически полный набор микросхем, необходимый для создания подобных приборов, начиная от сигнальных процессоров, АЦП, ЦАП, синтезаторов частоты и кончая высококачественными ОУ, дифференциальными драйверами и приемниками линий. Структурная схема прибора приведена на рисунке 2.

Вычислительное ядро прибора выполнено на сигнальном процессоре ADSP-2189M. Сигнальный процессор решает все задачи, связанные с цифровой обработкой сигналов. В частности, он обеспечивает нормализацию сигналов, разделение и измерение постоянной и переменной составляющих сигналов, измерение среднеквадратических значений, временных, частотных и фазовых характеристик. Процессор также обеспечивает реализацию различных цифровых фильтров (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, узкополосных, заграждающих, взвешивающих). Коэффициенты цифровых фильтров представлены в дробно-рациональном формате 16.32 (16 бит – целая часть и 32 бита – дробная). Реализова-

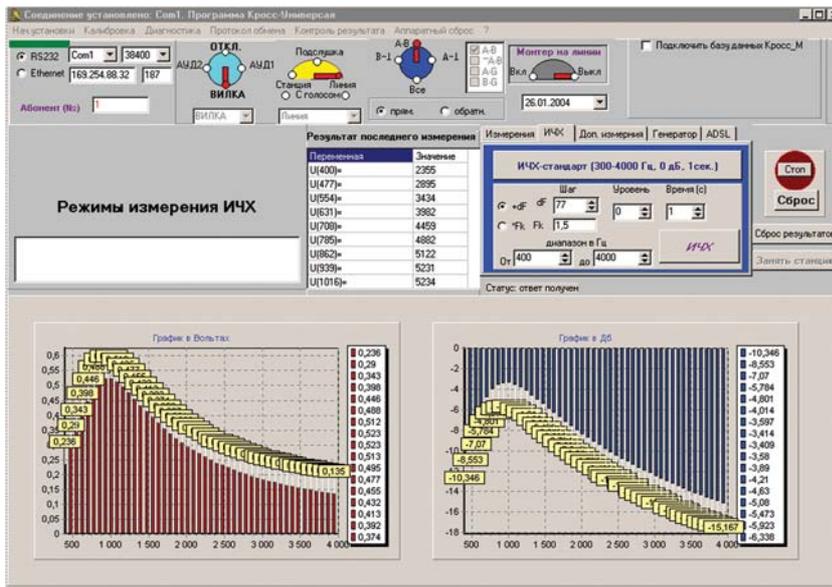


**Рис. 2. Структурная схема "Анализатора xDSL"**

на программа синтеза цифровых фильтров (эллиптических, Чебышева, Батерворта) табличным заданием требуемой АЧХ. При измерении двухчастотных сигналов процессор производит детектирование методом Герцеля, а затем обработку каждой составляющей. Процессор выполняет 4096-точечное БПФ за 7 мс с выдачей результата при использовании различных окон: прямоугольного, Хемминга, Ханнинга, Блэкмана и Блэкмана-Харриса. Частота дискретизации задается программно от 100 Гц до 33 МГц. Процессор также обеспечивает синтез любого двухчастотного сигнала с задаваемыми программно уровнями и частотами. Формирование команд управления, а также связь с внешним миром обеспечивает AVR микроконтроллер ATmega128. Микроконтроллер через регистровое устройство обмена (УО) передает в сигнальный процессор команды управления и получает результаты измерений. Микроконтроллер также обслуживает клавиатуру, последовательный интерфейс RS-232 и через сетевой контроллер RTL8019 интерфейс 10/100 Base-T. Аналого-цифровое преобразование входных сигналов в полосе частот более 20 кГц осуществляется посредством 12-разрядного конвейерного АЦП типа AD9235. Цифровой код с АЦП через шинный формирователь (ШФ) выдается на шину данных процессора. Процессор осуществляет чтение данных с тактовой частотой АЦП, формируемой последовательным портом сигнального процессора (SPORT0). С целью минимизации шумов АЦП использован дифференциальный режим управления с помощью драйвера AD8139.

Масштабирующие усилители на ОУ типа AD8033 с коэффициентами передачи К, равными 1 и 3, а также

1 и 10, используются для нормализации входных шумовых, синусоидальных и импульсных отраженных сигналов рефлектометра. Дифференциальные приемники AD8130 и AD8129 с коэффициентами усиления К, равными 1, 10 и 10, 100 соответственно, осуществляют усиление входного сигнала, что обеспечивает возможность измерения сигналов с уровнями до -100 дБ. Генерация частот от 50 Гц до 5 МГц осуществляется с помощью микросхемы прямого цифрового синтеза (DDS) типа AD9832. Тактирование синтезатора производится тактовым генератором с частотой 25 МГц. Задание режимов работы этой микросхемы выполняется сигнальным процессором по SPI-интерфейсу. Изменение уровня выходного сигнала производится путем регулирования напряжения опорного сигнала, поступающего от ЦАП AD7845. Синтезированный сигнал через дифференциальный драйвер линии AD8131 поступает на выход прибора. Для измерения характеристик сигналов постоянного тока и импульсного набора, низкочастотных сигналов, сигналов тональной частоты и двухчастотных используется еще один канал аналого-цифрового преобразования, состоящий из 14-разрядного АЦП AD7899 и программируемых усилителей PGA204 и PGA205. Для формирования двухчастотных сигналов используется цифро-аналоговый преобразователь AD7845, сигнал с выхода которого поступает на дифференциальный драйвер AD8131. Микросхема IR4427 используется как быстродействующий драйвер линии для выдачи зондирующего импульса в режиме рефлектометра. Результаты измерений, в том числе рефлекто- и спектрограммы, отображают-



**Рис. 3. Внешний вид экрана монитора ПК, подключенного к "Анализатору xDSL", при измерении ИЧХ**

ся на экране графического ЖК-дисплея с разрешением 320x240 точек. При подключении к сети Ethernet анализатор имеет свой IP-адрес и может рабо-

граммной оболочки измерения приведен на рис. 3.

Дополнительную информацию можно получить по тел.: (044) 468-70-27(29), e-mail: leosa@i.com.ua

тать в сети, например, в системе контроля качества связи. В этом случае анализаторы связываются между собой по определенному сценарию и проводят комплекс измерений в соответствии с существующими нормативными документами. Анализатор через интерфейс RS-232 может быть подключен к компьютеру для более удобного программного управления, создания сценариев измерений и отображения информации, а также для более детальной обработки результатов измерений и их статистического анализа и хранения в базах данных и др.

Обновление программного обеспечения прибора осуществляется загрузкой программы с компьютера через порт RS-232. Фрагмент про-

# Компоненты для силовой электроники

**EPCOS**

Конденсаторы электролитические  
Конденсаторы пленочные силовые  
Двошаровые электролиты UltraCap  
Варисторы S10U

**MITSUBISHI ELECTRIC**

IGBT-модули  
Интеллектуальные IGBT-модули  
Диодные модули

**CONCEPT**

Драйверы для IGBT та MOSFET

**International TOR Rectifier**

Силовые IGBT та MOSFET транзисторы  
Драйверы для IGBT та MOSFET  
Тиристоры  
Твердотельные реле

Київ, вул. М. Раскової 13, оф. 903  
тел.(044) 239-2065, факс (044) 239-2069

[www.symmetron.com.ua](http://www.symmetron.com.ua)

**Симметрон-Україна** електронні компоненти

Весь світ електронних  
компонентів ▶▶▶▶▶

# Е•Х•Р•О ELECTRONICA



експоелектроніка

7-а МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА  
ВИСТАВКА ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ  
І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

18-21 травня

2004

РОСІЯ, МОСКВА  
СК "ОЛИМПИЙСКИЙ"

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

організатори:



при офіційній підтримці:



Міністерство промисловості,  
науки і технологій РФ

Міністерство економічного  
розвитку і торгівлі РФ

Федеральний фонд розвитку  
електронної техніки РФ



RASU

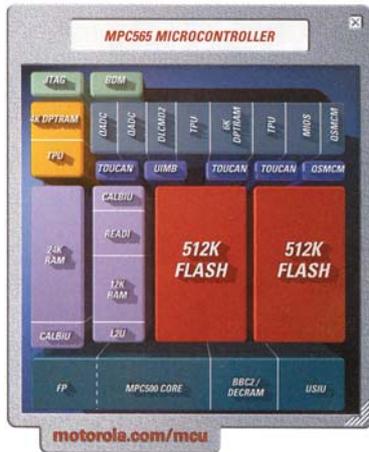
сумісно з:

АРДЭК



Elektronika.org

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



## Микроконтроллер со встроенной Flash-памятью объемом 1 Мбайт \*

В составе семейства микроконтроллеров MPC500 фирмы Motorola появился новый 32-разрядный микроконтроллер MPC565 с объемом внутренней Flash-памяти 1 Мбайт. Память секционирована, причем каждая из двух секций имеет объем 512 Кбайт, что позволяет одновременно считывать данные и записывать новые инструкции в микроконтроллер. Ядро микроконтроллера соответствует архитектуре PowerPC с плавающей запятой. Интеллектуальная периферия обеспечивает гибкость выполнения операций и позволяет разгрузить вычислительное ядро. Наличие встроенного цензурированного контроля защищает данные и команды от несанкционированного разрушения.

\* Up to 1 MB of On-Chip Flash // Global Design News, September, 2002.  
Перевод с английского В. Романова.



## Широкополосные ВЧ трансформаторы и малошумящие СВЧ усилители для радиосвязи и кабельного телевидения



### ВЧ трансформатор ADT4-1WT

*Основные характеристики:*  
- коэффициент трансформации 1  
- полоса частот от 0.4 до 800 МГц  
- неравномерность АЧХ 3дБ (0.4-800 МГц), 2 дБ (0.5-700 МГц), 1 дБ (1-400 МГц)

Цены в грн. с НДС:  
от 1 до 10 шт. — 26.18  
от 10 до 25 шт. — 25.17  
>25 шт. — 24.16



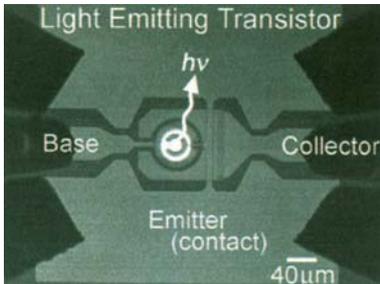
### СВЧ усилитель MAR-8SM

*Основные характеристики:*  
- полоса частот от 0 до 2000 МГц  
- коэффициент усиления по напряжению 10.5-12.5 дБ, по мощности — 10 дБм  
- шум-фактор 6 дБ  
- напряжение питания 5 В

Цены в грн. с НДС:  
от 1 до 10 шт. — 11.37  
от 10 до 25 шт. — 10.98  
>25 шт. — 10.56

VD MAIS – официальный партнер компании Mini-Circuits в Украине

## Транзисторы пополнили семейство светоизлучающих приборов \*



Исследователи Иллинойского университета объявили о создании нового полупроводникового прибора – светотранзистора. Они продемонстрировали, что под действием управляющего тока базы изменяется интенсивность излучения базового слоя биполярного транзистора с гетеропереходом.

Изменение интенсивности светового излучения происходило в диапазоне управляющих токов базы от 0 до 5 мА. С помощью такого устройства можно модулировать световой поток, причем частотой модуляции светового потока является частота базового тока, которая в экспериментальных образцах достигает 1 МГц. Изобретателем светотранзистора является профессор Nick Holonyak, который изобрел также первый промышленный светодиод и полупроводниковый лазер для видимой области спектра.

является профессор Nick Holonyak, который изобрел также первый промышленный светодиод и полупроводниковый лазер для видимой области спектра.

\* *Transistors join family of light emitting devices//European Semiconductor, February, 2004. Перевод с английского В. Романова.*

## Силові прилади International Rectifier

Весь асортимент продукції

- HEXFET - унікальна технологія польових транзисторів
- випрямні діоди та мости, діоди Шотткі
- HEXFRED - ультрашвидкі діоди та діоди з швидким відновленням
- IGBT транзистори, тиристори
- потужні діодні та діодно-тиристорні модулі
- драйвери для MOSFET та IGBT
- мікроелектронні реле

електронні компоненти  
**Симметрон-Україна**

Київ, вул. М.Расковой, 13, оф.903  
тел. (044) 239-2065 (багатоканальний)  
факс (044) 239-2069  
e-mail: NPO@symmetron.com.ua

Мінімальні строки  
Відлагоджена схема доставки в будь-який регіон  
Каталог виробів, що пропонуються на замовлення підприємств

[www.symmetron.com.ua](http://www.symmetron.com.ua)



Магазин "МІКРОНІКА" (книги, інструмент)  
Київ, вул. М.Расковой, 13, тел. (044) 517-7377

# Schroff



**Шафи фірми Schroff серії Proline** для серверів і автоматизованих систем керування.

У шафах серії Proline можна розмістити сервери, обчислювальні комплекси, стандартні та спеціалізовані засоби контролю і автоматизації.

Шафи серії Proline забезпечують захист вмонтованого обладнання від електромагнітних завад, мають велику тепловіддачу і високу надійність.

---

**VD MAIS** – авторизований дистриб'ютор фірми Schroff в Україні

В рамках НЕДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,  
проводимой 26-29 апреля 2004 г. в ВЦ "КиевЭкспоПлаза",  
**28.04.2004 г. состоится конференция**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ, ПРИБОРЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

(организатор: журнал "Электронные компоненты и системы")

### Перечень докладов:

1. Сигнальные процессоры, микроконтроллеры и микроконвертеры: современное состояние и перспективы развития.
2. Элементная база для создания электронных счетчиков электроэнергии.
3. GSM-модемы компании Wavescom: аппаратные средства и прикладное ПО.
4. Новые однокомпонентные пористые уплотнители для электронной и электротехнической промышленности и робототехнические системы для их нанесения.
5. Новые измерительные приборы фирм Nameg, Tektronix и Agilent Technologies.
6. Оборудование и материалы для поверхностного монтажа.
7. Об особенностях проектирования и изготовления печатных плат.
8. Надежность электронных компонентов: оценка и прогнозирование.

**Время проведения:** с 11 до 15 часов, продолжительность каждого доклада 30 мин.

**Место проведения:** Киев, ВЦ "КиевЭкспоПлаза" (метро "Нивки", ул. Салютная, 2-Б), зал № 2.

**Приглашаются посетители выставок НЕДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.**

Немецкая компания Schroff, ведущий производитель изделий 19" стандарта,  
через своего дистрибьютора в Украине – НПФ VD MAIS – приглашает на семинар

## **НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ФИРМЫ SCHROFF: ПРИМЕНЕНИЕ 19" СТАНДАРТА В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

### Программа семинара:

1. Общая информация о фирме Schroff.
2. Применение крейтов/корпусов фирмы Schroff в области автоматизации и телекоммуникаций.
3. Использование передовой технологии для защиты современных систем от воздействия EMI.

**Докладчик:** Martin Traut (Schroff, Dipl. Wirt.-Ing. (FH), Produktmanager)

### Дата и место проведения семинара:

**г. Харьков – 26.04.2004 г.**

**Бизнес-Центр "Телесенс"**

ул. Ак. Проскуры, 1

**Время проведения:**

с 10.00 до 15.00

**г. Киев – 28.04.2004 г.**

**ВЦ "КиевЭкспоПлаза"**

(в рамках выставки "elcomUkraine 2004")

ул. Салютная, 2-Б

Конференц-зал № 4

**Время проведения:**

с 11.00 до 16.00

### Участие в семинаре бесплатное

Для участия в семинаре необходимо по факсу: (044) 227-3668 или e-mail: astratova@vdmals.kiev.ua  
направить заявку с указанием ФИО, наименования и адреса предприятия, тел., факса и e-mail.

**Подавшие заявки до 23.04.2004 г. получат подтверждение о регистрации.**

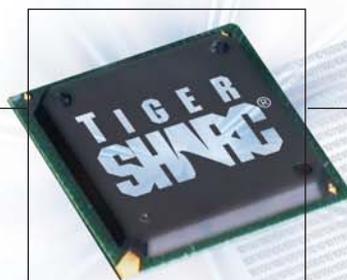
**По вопросам участия в конференции и семинаре просим обращаться на фирму VD MAIS  
к Астратовой Анне по тел.: (044) 227-5297 или e-mail: astratova@vdmals.kiev.ua**

# Высокопроизводительные фирмы



## Blackfin®

- ♦ Автомобильная телематика
- ♦ Биометрия
- ♦ Электронные средства охраны и наблюдения
- ♦ Информационные приборы
- ♦ Домашний кинотеатр
- ♦ Широкополосные домашние сети



## TigerSHARC®

- ♦ Осциллографы
- ♦ Тестовое оборудование
- ♦ Ультразвуковая аппаратура, рентгеновские и магниторезонансные томографы
- ♦ Радары и средства связи
- ♦ Беспроводные базовые станции и антенны



## Crosscore®

Новые средства отладки сокращают сроки разработки и продвижения на рынок новых изделий. Компоненты Crosscore содержат отладочную среду VisualDSP++™, включая средства визуализации, профайлер и компилятор, а также эффективные внутрисхемные эмуляторы для ускорения отладки процессора.