МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Виктор Охрименко, технический консультант, НПФ VD MAIS, г. Киев

В статье приведены основные параметры и особенности архитектуры процессоров, рассчитанных на применение во встраиваемых мультимедийных приложениях. Речь пойдет о сигнальных процессорах семейства DaVinci — TMS320DM644x/643x, TMS320DM647/8 (Texas Instruments), семейства Blackfin — ADSP-BF54x (Analog Devices), процессорах MCIMX31/31L (Freescale Semiconductor), а также процессорах PNX1300/1500/1700 (NXP), PXA3xx (Marvell) и AT32AP700x (Atmel).

Расширение рынка мультимедийных устройств массового применения стимулирует производство высокоскоростных программируемых процессоров, которые приходят на смену широко используемых в настоящее время в устройствах аналогичного класса заказных микросхем типа FASIC (Function and Algorithm Specific Integrated Circuit) и ASIC (Applications Specific Integrated Circuit). Преимущество программируемых процессоров — возможность их применения для реализации разных по назначению устройств, а также сокращение сроков выхода изделий на рынок. Следуя тенденциям развития рынка потребительской электроники, разработчики ведущих компаний (Analog Devices, Atmel, Freescale Semiconductor, NXP, Texas Instruments и др.) в последние годы приложили немало усилий для создания и выпуска новых модификаций программируемых мультимедийных процессоров [1—11].

Процессоры, предназначенные для использования во встраиваемых мультимедийных приложениях (CD/DVD-проигрывателях, PDA, медиаплейерах, цифровых фото- и видеокамерах и др.), должны выполнять не только задачи цифровой обработки сигналов, но и управления/контроля. Кроме того, мультимедийные устройства разного назначения должны иметь большой объем встроенной памяти, обеспечивать вывод информации на ЖК-дисплей, поддерживать различные источники аудио- и видеосигналов (в том числе и ПЗС/КМОП-видеодатчики), клавиатуру, а также стандартные интерфейсы для обмена данными как внутри системы, так и с внешними устройствами (компьютерами, фото- или видеокамерами, системами беспроводного доступа и др.). Крайне желательно также наличие контроллеров стандартных интерфейсов: MMC/SD/SDIO, MS/MS Pro, PCMCIA/CF, ATA и др. для подключения флэш-памяти. Внешние интерфейсы должны быть высокоскоростными: USB 2.0, в том числе HS USB On-the-Go (OTG), Ethernet и др. Кроме того, в процессорах, рассчитанных на применение в автомобильной электронике, должна поддерживаться передача данных по сети CAN, а также в активно внедряемой в последнее время высокоскоростной мультимедийной сети MOST (Media Oriented System Transport).

Следует отметить, что все перечисленное мало отличается от требований к любой информационно-вычислительной системе.

Главное отличие процессоров для встраиваемых мультимедийных приложений — это сохранение высокой производительности при минимальном уровне энергопотребления, что возможно только при наличии динамического управления энергопотреблением. Безусловно, эти процессоры должны отличаться также низкой стоимостью и иметь миниатюрный корпус.

Таким образом, процессоры, ориентированные на применение в мобильных мультимедийных устройствах, в первую очередь должны иметь:

— высокую производительность при низком уровне энергопотребления;

— процессор ввода/вывода и предварительной обработки видеосигналов;

— стандартные высокоскоростные интерфейсы;

— низкую стоимость и миниатюрный корпус.

Кроме того, для процессоров, которые предполагается использовать во встраиваемых системах, первостепенными являются не только абсолютные показатели производительности, энергопотребления, цены и др., но и соотношение производительность/стоимость, производительность/уровень потребляемой мощности и др.

АРХИТЕКТУРА

Как правило, в процессорах для мобильных устройств используется 16/32-разрядное процессорное ядро с фиксированной точкой, что обусловлено его меньшей стоимостью и энергопотреблением по сравнению с ядром с плавающей точкой. В большинстве случаев вычислительное ядро базируется на RISC- или DSP-архитектуре. В наиболее мощных процессорах, например TMS320DM6441/43/46, используются два ядра: ARM- и DSP-ядро C64x+. Отличительной особенностью мультимедийных процессоров является наличие вспомогательных аппаратных средств (графических сопроцессоров, видеокодеков и др.), ускоряющих выполнение типичных задач. В новых процессорах часто используются мощные средства защиты от копирования программного кода (например, технология Lockbox Secure Technology в процессорах ADSP-BF54x или многоуровневая программно-аппаратная система защиты Independent Platform Security Architecture в процессорах MCIMX31/31L).

TMS320DM644x/3x. Самые мощные сигнальные процессоры семейства DaVinci — TMS320DM6441/43/46 (System-on-Chip) — содержат два процессорных ядра: усовершенствованное DSP-ядро C64x+ и ARM-ядро ARM926EJ-S (см. рис. 1). Процессоры меньшей производительности (и стоимости) TMS320DM6431/33/35/37 содержат только DSP-ядро.

Все это высокопроизводительные сигнальные процессоры с фиксированной точкой, созданные на базе архитектуры VLIW (Very Long Instruction Word). Базовое DSP-ядро C64+ содержит восемь операционных блоков: два блока MAC и шесть АЛУ, из которых четыре используются для арифметических вычислений, а два — для вычислений адресов. В ядре C64+ выполняются операции с 8/16/32/40-разрядными числами, кроме того имеется возможность рабо-

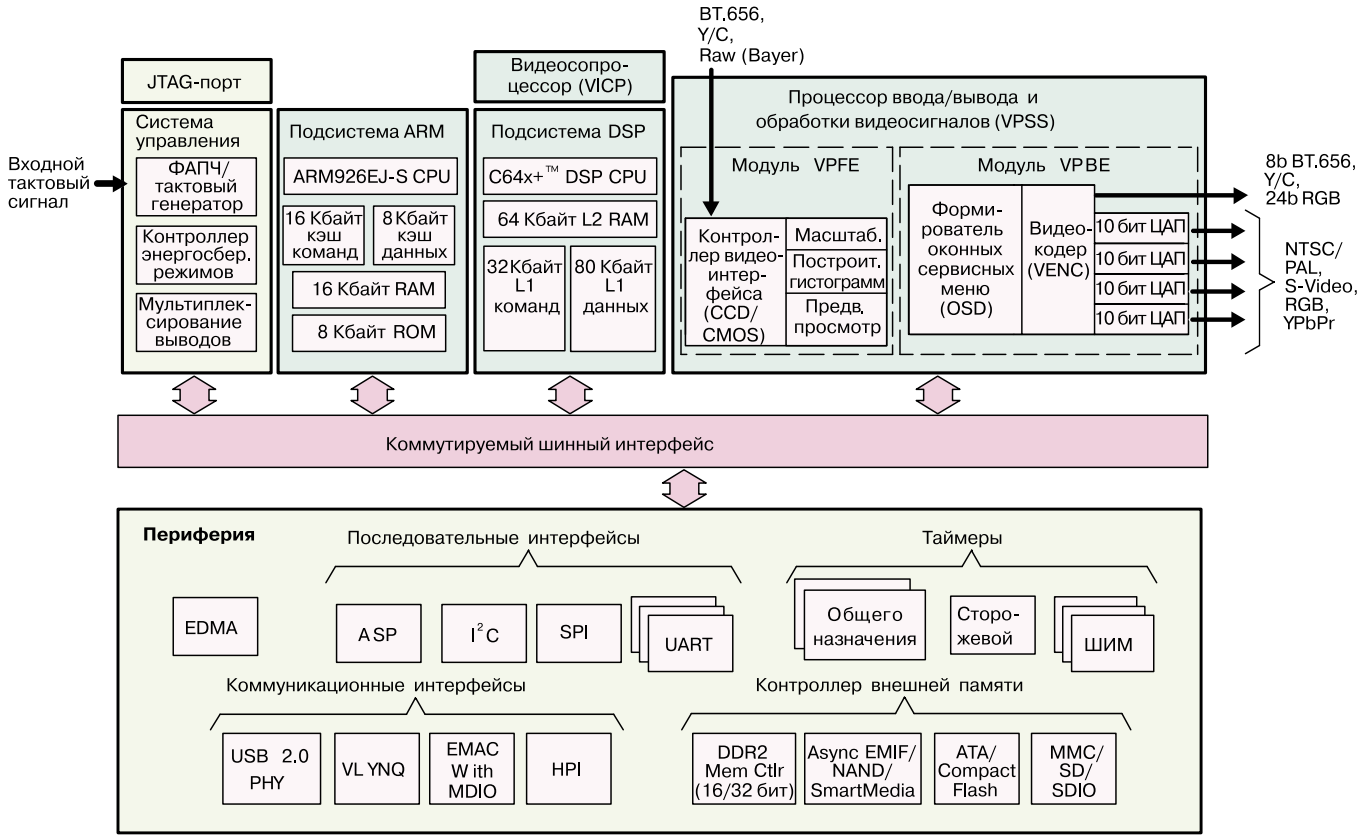


Рис. 1. **Архитектура сигнальных процессоров TMS320DM644x**

ты с 64-разрядными. В течение одного цикла могут выполняться четыре операции умножения с 16-разрядными и восемь операций — с 8-разрядными операндами, что соответствует суммарной производительности 4752 MMACS при тактовой частоте 594 МГц. В процессе вычислений все операционные блоки могут использоваться одновременно, что дает возможность выполнять параллельно восемь инструкций.

Встроенная память включает два блока кэш-памяти (L1P и L1D). Блок памяти L1P объемом 32 Кбайт используется как память программ, L1D объемом 80 Кбайт — как память данных. Кроме того, имеется блок памяти L2 объемом 64 Кбайт, который может быть конфигурирован как ОЗУ или кэш-память для хранения как данных, так и программного кода.

Процессоры TMS320DM6441/3/6, кроме того, содержат специализированный видеосопроцессор VICP (Video/Imaging Co-processor), предназначенный для обработки изображений при использовании алгоритмов, применяемых в стандартах MPEG4/H.264, что позволяет «раз-

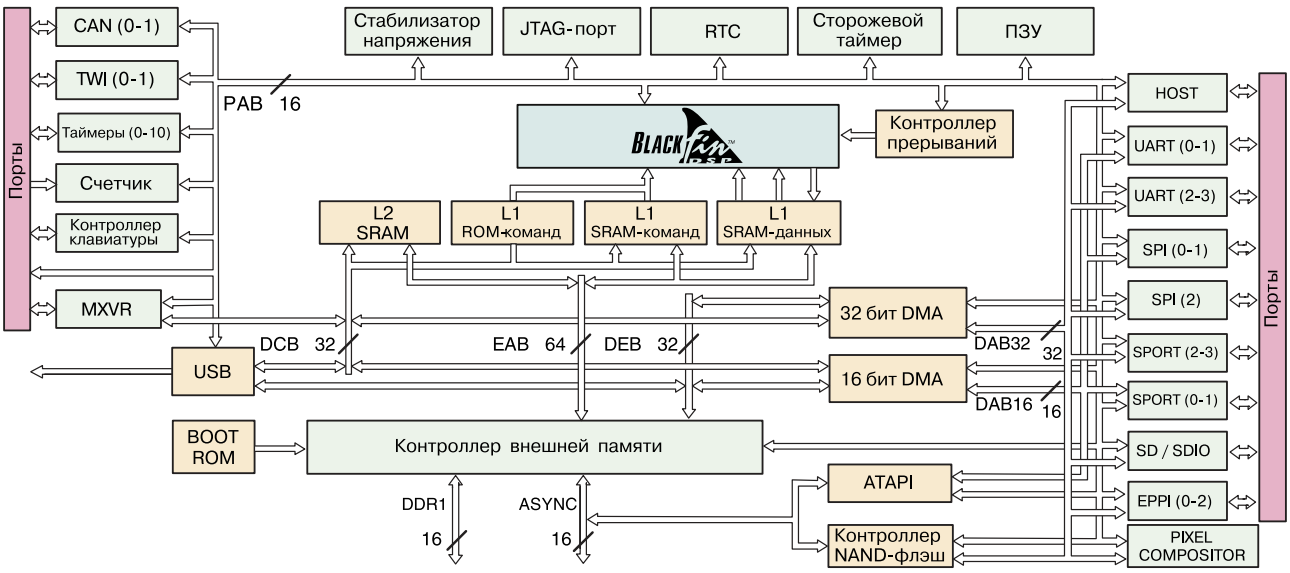


Рис. 2. **Архитектура сигнальных процессоров ADSP-BF54x**

NXP founded by Philips

NXP Semiconductors предлагает ARM микроконтроллеры серии LPC247x со встроенным ЖКИ интерфейсом

В серии **LPC247x** реализовано наиболее разнообразное сочетание самых популярных интерфейсов - **LCD** (ЖКИ), **Ethernet, UART, CAN, SPI, SSP, I2C, I2S, SD/MMC** и **USB 2.0.**
Пока серия состоит из двух моделей - LPC2470 и LPC2478. LPC2478 - первый промышленно доступный ARM7 микроконтроллер с 512 КВ встроенной Flash памятью и с интегрированным ЖКИ контроллером. Имеется также более простая модель LPC2470, в которой нет встроенной Flash памяти.
Микроконтроллеры LPC247x поддерживают работу с большинством монохромных (до 15 градаций серого) и цветных (до 24 бит на пиксел) STN и TFT графических ЖКИ дисплеев с форматом до 1024 x 768 пикселов, при этом обеспечивается аппаратная поддержка курсора. Кроме того, ЖКИ контроллер поддерживает Windows CE формат данных.
Микроконтроллеры имеют архитектуру, аналогичную недавно анонсированным сериям LPC2300/2400. В частности, сдвоенная система шин AHB обеспечивает бесконфликтную одновременную работу высокоскоростных периферийных устройств, включая ЖКИ, 10/100 Ethernet, USB host/OTG/device, два канала CAN, устройства SSP (SPI), I2S, SD/MMC, ADC, PWM. Внешняя шина поддерживает работу с микросхемами **SDRAM, SRAM** и **Flash**. Микроконтроллеры LPC247x будут выпускаться в **208-выводных TFBGA и LQFP** корпусах, образцы ожидаются в июне 2007 года.

Основные технические характеристики микроконтроллеров серий LPC2300/2400

Наименование серии микроконтроллеров NXP	встроенная Flash, Мбайт	защита Flash	встроенная SRAM, Кбайт	внешняя память			количество таймеров общего назначения, 32-bit	CAP/MAT, каналы	модули ШИМ x каналы	автономный блок RTC	интерфейсы, каналов											прерывания / уровней	частота встроенного RC генератора, МГц	высокоскоростной ADC, бит/каналы	высокоскоростной DAC, бит/каналы	I/O, выводы	F_{CPU}, МГц	напряжение питания, В		T°, C	корпус	статус производства
				разрядность шины, адрес/данные/CS	RAM, ROM и Flash, Мбайт x баноков	SDRAM, Мбайт x баноков					UART	CAN	SPI	SSP	I^2C	I^2S	10/100 Ethernet MAC with DMA	USB 2.0 Full Speed with PHY	LCD контроллер пикселей / бит	SD/MMC cards								CPU	I/O			
LPC2364	128	√	36	-	-	-	4	24/24	2 x 6	√	4	2	1	2	3	1	RMII	Device	-	-	32/16	4	10/8	10/1	70	72	1.8	3.3	-40..+85	LQFP100	1 кв. 2007 г.
LPC2366	256																														
LPC2368	512		60																	1											
LPC2378				MiniBus																					104					LQFP144	
LPC2458	512	√	98	16/24/8	16 x 4	256 x 4	4	24/24	2 x 6	√	4	2	1	2	3	1	MII & RMII	Device, Host & OTG	-	1	32/16	4	10/8	10/1	160	72	1.8	3.3	-40..+85	TFBGA180	2 кв. 2007 г.
LPC2468																															
LPC2470	-	-		32/24/8															1024 x 768 / 24											LQFP208 TFBGA208	
LPC2478	512	√																													

Особенности микроконтроллеров:

- ARM7TDMI-S процессор с частотой до 72 МГц
- до 512 кБайт встроенной Flash памяти
- до 64 кБайт высокоскоростной SRAM памяти
- по 16 кБайт SRAM для Ethernet и USB интерфейсов
- сдвоенная система шин AHB
- LCD контроллер с форматом до 1024 x 768 пикселей
- контроллер внешней памяти
- 10/100 Ethernet MAC с DMA и MII / RMII интерфейсом
- полноскоростные USB 2.0 Device, Host и OTG блоки, с DMA
- четыре UARTs со встроенными тактовыми генераторами
- два канала CAN 2.0B
- SPI контроллер
- два SSP контроллера, один может поддерживать SPI порт
- три I^2C интерфейса
- I^2S интерфейс для цифрового аудио
- SD / MMC card интерфейс
- 10-разрядный высокоскоростной 8 канальный АЦП
- 10-разрядный высокоскоростной ЦАП
- четыре таймера общего назначения, со счётными входами
- два ШИМ / таймерных блока, с поддержкой управления трёхфазным двигателем
- RTC часы со встроенной SRAM ёмкостью 2 кбайт
- одно 3.3 В напряжение питания
- четыре входа внешних прерываний
- до 160 Fast GPIO выводов
- детектор снижения напряжения питания и встроенный сброс

Основные применения:

Серия LPC247x идеально подходит для изделий промышленного и медицинского (диагностического) назначения, а также для торгового оборудования и POS терминалов, особенно в случаях, когда требуется подключение к локальной сети или к Internet.

Цены на микроконтроллеры серий LPC2300/2400, объявленные NXP, при заказе от 10 тыс. шт. начинаются от 4 USD / шт.

Микроконтроллеры серий LPC2300/2400 и необходимые отладочные средства доступны, подробности - в ООО "МТ-систем".

техническая поддержка • сопровождение проектов

Санкт-Петербург, ул. Калинина, 13
Тел.: (812) 325-3685
Факс: (812) 786-8579
e-mail: micro@mtgroup.ru

Московское представительство:
ул. Дубининская, д.71, корп.1
Тел.: (495) 225-8708
(495) 633-8387

MT system
www.mt-system.ru

NXP HOLTEK RENESAS SAMSUNG Tyco Electronics CLARE Panasonic PLANAR SIMCom CD TECHNOLOGIES Futaba VARITRONIX OPTEK ON

грузить» основное DSP-ядро для выполнения иных задач. Для процессоров TMS320DM644x/3x разработаны программные видео- и аудиокодеки: H.264, JPEG, MPEG-2/4, AAC, H.263, WMA9, WMA8, MP3, G.711, G.728, G.723.1, G.729ab.

В мае 2007 г. компания Texas Instruments анонсировала новые модификации процессоров семейства TMS320DM64x — это TMS320DM647/8. Тактовая частота процессоров 720/900 МГц, что соответствует максимальной производительности 5760/7200 MIPS. Процессоры TMS320DM647/8 отличаются увеличенным до 256 Кбайт (TMS320DM647) или 512 Кбайт (TMS320DM648) объемом встроенной памяти второго уровня (L2). Процессоры содержат пять 16-разрядных видеопортов (VP0-VP4), которые могут быть конфигурированы как на прием, так и на передачу данных. Видеопорты можно использовать для подключения стандартных кодеков, поддерживающих интерфейсы CCIR601, ITU-BT.656, BT.1120, SMPTE 125M, 260M, 274M и 296M. Каждый из видеопортов содержит два канала и блок буферной памяти объемом 5120 байт. Процессоры снабжены контроллером PCI-шины (32 бита, 33/66 МГц). Новые процессоры TMS320DM647/8 предназначены для использования в многоканальных системах видеонаблюдения, устройствах цифровой видеозаписи (DVR), IP-приложениях, системах машинного зрения и др. и изготавливаются по технологии 90 нм. Микросхемы выпускаются в корпусе 529-FBGA размерами 17 × 17 мм с шагом выводов 0,8 мм. В таблице 1 приведены параметры процессоров TMS320DM644x/3x.

ADSP-BF54x — 16-разрядные сигнальные процессоры с фиксированной точкой, предусмотрена также возможность выполнения операций с 8- и 32-разрядными числами. Архитектура сигнальных процессоров ADSP-BF54x приведена на рисунке 2. В таблице 2 даны их основные параметры. Процессорное ядро содержит два независимых 16-разрядных умножителя (MAC), два 40-разрядных АЛУ,

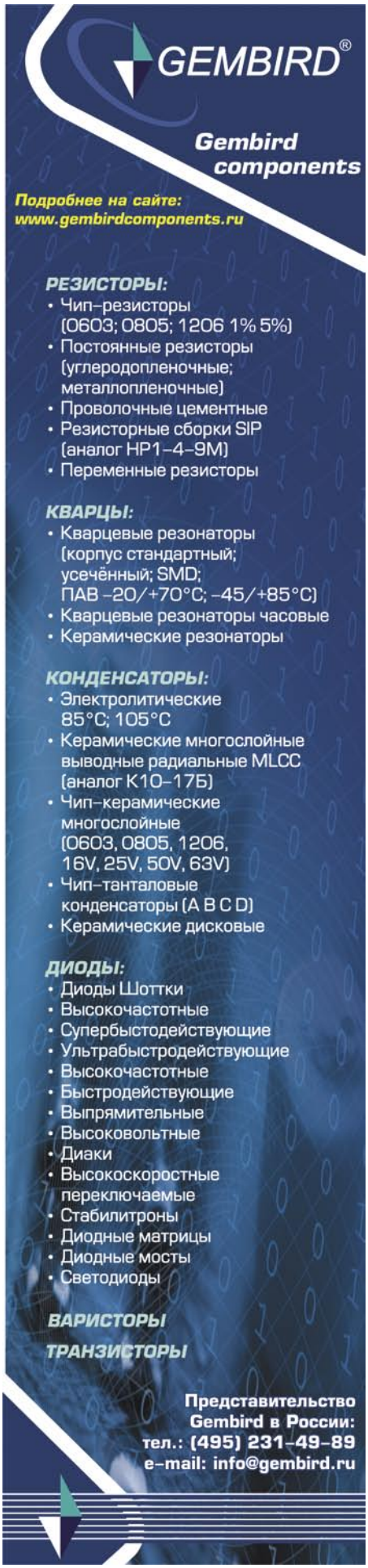
Таблица 1. **Параметры сигнальных процессоров TMS320DM644x/3x**

Наименование параметра		Процессоры TMS320DM						
		6441	6443	6446	6431	6433	6435	6437
Процессорное ядро		ARM926 и C64+			C64+			
Макс. тактовая частота, МГц	Ядро ARM926	257	297		–			
	Ядро C64+	513	594		300	600		
Макс. производительность ядра C64+, MIPS		4104	4752		2400	4800		
Объем встроенной памяти, Кбайт	Ядро ARM926	40			–			
	Ядро C64+	176			128	240		
Объем внешней памяти, Мбайт	DDR2 SDRAM	256						
	SRAM/флэш	128			64			
Видеосопроцессор (VICP)		+			Нет			
Процессор ввода/вывода и предварительной обработки видеосигналов (VPSS)	Входной интерфейс (VPFE)	1	Нет	1	1	Нет	1	1
	Выходной интерфейс (VPBE)	1	1	1	Нет	1	Нет	1
Контроллер	PCI (32-разр., 33 МГц)	Нет			+	Нет	+	
	EDMA, каналов	64						
	DDR2 SDRAM	+						
	SRAM, NOR-, NAND-флэш	+						
	ATA/CF	+			Нет			
	MMC/SD/SDIO	+			Нет			
	MS/MS Pro	+	Нет					
	Ethernet	1						
	CAN	Нет			1	Нет	1	
	USB 2.0	1			Нет			
	McBSP (I^2S, SPI, AC97, AIC12, H100)	Нет			1	2		
	McASP	Нет			1			
	ASP (I^2S, AC97, AIC12)	1			Нет			
	UART	3			1	2		
	SPI	1			Нет			
	I^2C	1						
	HPI (16-разрядный)	+			Нет	+		
	VLYNQ	+			Нет	+		
	JTAG	+						
Система ФАПЧ		+						
Таймер	сторожевой	1						
	общего назначения (64-разряд.)	2						
ШИМ-генератор		+						
Число линий ввода/вывода общего назначения (GPIO)		71			111			
Напряжение питания, В	Ядра	1,05/1,2	1,2		1,05/1,2			
	Схем ввода/вывода	3,3; 1,8						
Диапазон рабочих температур, °C		0...85			0...90			
Число выводов и тип корпуса (размеры, мм; шаг выводов, мм)		361-PBGA (16,1 × 16,1; 0,8)			361-PBGA (16,1 × 16,1; 0,8), 376-PBGA (23,2 × 23,2; 1,0)			
Стоимость в партии 1 тыс. шт., долл. США		27,05	33,84	39,49	11,25	15,75... ...18,50	16,30... ...19,15	22,05... ...25,93

Таблица 2. **Параметры сигнальных процессоров ADSP-BF54x**

Наименование параметра			Сигнальные процессоры ADSP-			
			BF542	BF544	BF548	BF549
Макс. тактовая частота процессорного ядра, МГц			600	533	600	533
Макс. производительность, MMACS			1200	1066	1200	1066
Объем встроенной памяти, Кбайт	SRAM-данных (L1)		32			
	кэш/SRAM-данных (L1)		32			
	SRAM-команд (L1)		48			
	кэш/SRAM-команд (L1)		16			
	Scratchpad (L1)		4			
	ROM (L1)		64			
	SRAM-команд/данных (L2)		Нет	64	128	
	Boot ROM (L3)		4			
Разрядность внешних шин, бит	данных		16			
	адреса		26			
Объем внешней памяти, Мбайт	DDR SDRAM		512			
	SRAM/NOR-флэш		256			
Контроллер ввода/вывода видеосигналов		PPI-порт	1	2		
Pixel Compositor			+			
Контроллер	DMA, Host DMA		+			
	DDR SDRAM		+			
	NAND-флэш		+			
	ATA/ATAPI-6		1	Нет	1	
	SD/SDIO		1	Нет	1	
	CAN 2.0B		1	2		
	USB OTG		1	Нет	1	
	MXVR		Нет		+	
	UART (IrDA)		3		4	
	SPORT (I^2S, H.100)		3		4	
	SPI		2		3	
	TWI		1	2		
	клавиатуры		+	Нет	+	
	JTAG		+			
Таймер	универсальный		8	11	8	
	сторожевой, реального времени		+			
Система ФАПЧ			+			
Программа начальной загрузки			+			
Число линий ввода/вывода общего назначения (GPIO)			152			
Напряжение питания, В		ядра	0,8...1,6			
		схем ввода/вывода	2,5 или 3,3			
Импульсный стабилизатор напряжения питания ядра			+			
Диапазон рабочих температур, °C			0...85			
Число выводов и тип корпуса (размеры, мм)			400-miniBGA (17 × 17)			
Стоимость в партии 1 тыс. шт., долл. США			14,0... ...18,3	15,5... ...18,0	18,66... ...21,35	–

два адресных генератора (DAG) и 40-разрядное устройство сдвига, что дает возможность в течение одного цикла выполнять одну арифметическую операцию и две операции по пересылке данных. Данные в АЛУ поступают из многопортового регистрового файла, включающего восемь 32-разрядных регистров. Наличие двух адресных генераторов позволяет в течение одного цикла адресоваться к двум операндам, размещенным в памяти. Длина инструкций составляет 16 (наиболее часто используемые) или 32 бит. При этом одновременно кодируются несколько операций, что характерно для всех сигнальных процессоров и позволяет лучше использовать вычислительные ресурсы. Наличие двух блоков MAC и двух АЛУ дает возможность реализовать параллельную обработку данных типа SIMD (Single Instruction Multiple Data). При этом 32-разрядные инструкции могут интерпретироваться как две 16-разрядные, которые выполняются в каждом из блоков MAC и АЛУ. Одно из преимуществ базового процессорного ядра — наличие четырех 8-разрядных видеоАЛУ, что способствует ускорению обработки изображения. В отличие от сигнальных процессоров традиционной архитектуры, в систему команд ADSP-BF5xx введены инструкции, ориентированные на поддержку работы операционной сис-



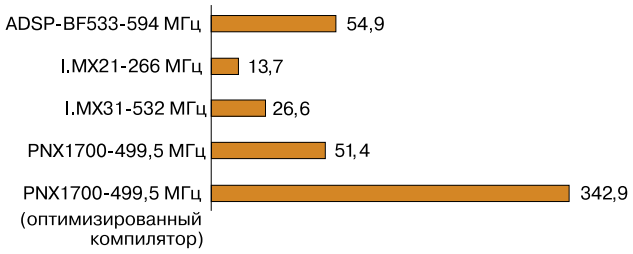


Рис. 3. **Показатели производительности Consumermark**

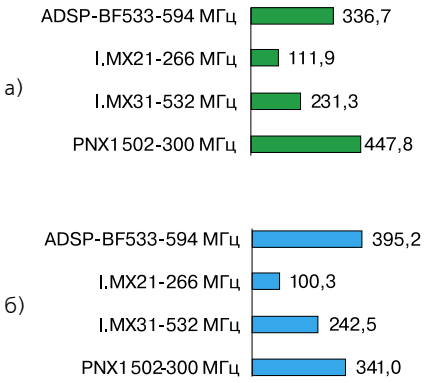


Рис. 4. **Показатели производительности:** а) MPEG Decodemark и б) MPEG Encodemark

темы, а также специализированные инструкции, позволяющие ускорить работу алгоритмов, применяемых в стандартах MPEG2/4 и JPEG. Структура вычислительного ядра и набор встроенных периферийных устройств позволяют эффективно реализовать высокоскоростной прием/передачу видео- и аудиоданных.

Все процессоры ADSP-BF54x имеют стандартную архитектуру встроенной памяти, в которую входят блоки памяти первого уровня (L1), конфигурируемые как ОЗУ или кэш-память для хранения данных и программного кода. Кроме того, L1 содержит блок сверхоперативной памяти (scratchpad) объемом 4 Кбайт. Время доступа к памяти первого уровня определяется тактовой частотой ядра (CCLK). Объем памяти второго уровня (L2) составляет 64 или 128 Кбайт. Скорость обмена данными между ядром и памятью L2 меньше, чем скорость обмена с L1. Передача данных между встроенной (L1, L2) и внешней памятью выполняется с использованием контроллеров прямого доступа к памяти (DMA).

MCIMX31/31L. Компания Freescale Semiconductor предлагает ряд мультимедийных процессоров для мобильных устройств: i.MXL/i.MX1, i.MX21/21S, i.MX31/31L. В самых мощных процессорах (MCIMX31/31L) используется процессорное ядро ARM1136JF-S с максимальной тактовой частотой 532 МГц [5–6]. Ядро ARM1136JF-S содержит восьмиступенчатый конвейер и поддерживает 64-разрядный интерфейс со встроенной кэш-памятью данных и команд первого уровня (L1). Кэш-память (L1) включает два блока объемом по 16 Кбайт каждый. Кроме того, имеется кэш-память второго уровня (L2) объемом 128 Кбайт и блок статического ОЗУ объемом 16 Кбайт. Процессорное ядро ARM1136JF-S содержит также векторный сопроцессор с плавающей точкой VFP (Vector Floating Point Co-processor), который используется для ускорения обработки трехмерных изображений или выполнения других вычислений. Особенностью процессора MCIMX31 является наличие дополнительного 3D-ускорителя GPU (Graphics Processing Unit), созданного на базе стандартного графического ядра ARM MBX R-S. Используемая в процессорах MCIMX31/31L технология Smart Speed™ Switch позволила существенно повысить эффективность пересылки данных и выполнения команд при значительно меньшем энергопотреблении в сравнении с универсальными процессорами. При тактовой частоте ядра 532 МГц обеспечивается выполнение в одном цикле до пяти операций пересылки данных и достигается производительность, эквивалентная универсальному процессору с частотой 3 ГГц. Это позволяет реализовать обработку потокового видео. В процессорах i.MX31/31L используется технология ARM Jazelle, ориентированная на поддержку языка программирования Java. Как и все ARM-процессоры, ядро ARM1136JF-S обеспечивает работу с двумя системами команд: стандартной с 32-битными инструкциями и 16-битными в режиме Thumb. В таблице 3 приведены параметры процессоров i.MX.

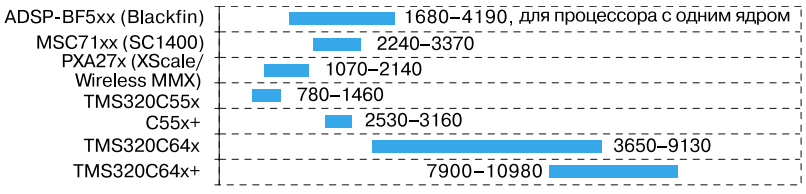


Рис. 5. **Показатели производительности BDTImark2000**

PNX1300/1500/1700. Фирма NXP (Philips Semiconductor) выпускает процессоры семейства Nexperia (PNX1300/1500/1700), предназначенные для использования в DVD-проигрывателях, устройствах проведения видеоконференций, системах видеонаблюдения и видеомонтажа, цифровых телевизорах и других мультимедийных устройствах. В процессорах PNX1700 используется 32-разрядное VLIW-процессорное ядро TriMedia TM5250 с тактовой частотой до 500 МГц. Высокая производительность PNX1700 позволяет программно реализовать кодеки H.264, MPEG-1/2/4, WMV9 720P, MPEG-2 HD, DivX-HD, DivX-3/4/5/6, DV, H.32x, H.263, Dolby Pro Logic или Dolby AC-3, MP3, AAC и др. Кроме того, эти процессоры имеют мощную систему ввода/вывода видеосигналов. LCD-контроллер поддерживает работу с TFT-дисплеями разных типов, формат выводимого изображения до 1920 × 1080 точек.

PXA3xx. Компания Marvell, которая приобрела права на производство микропроцессоров семейства XScale (PXA26x/27x фирмы Intel), анонсировала семейство процессоров PXA3xx (PXA320/310/300). Изготовленные по нормам 90 нм, эти процессоры отличаются сниженным энергопотреблением и поддерживают технологию Intel Wireless MMX2, Wireless Intel SpeedStep, Enhanced Quick Capture. Тактовая частота самого мощного процессора этого семейства PXA320 составляет 1,2 ГГц (рекомендуемая — 800 МГц), а у PXA310/300 — до 624 МГц. Объем кэш-памяти — 256 Кбайт. Процессоры поддерживают внешнюю память DDR SDRAM. Микропроцессоры ориентированы на применение в карманных компьютерах, коммуникаторах и смартфонах, построенных на базе операционных систем Windows Mobile, Palm, Linux и Symbian.

AT32AP700x. В процессорах AT32AP7000/1/2 (Atmel) используется 32-разрядное RISC-ядро AVR32 с тактовой частотой 150 МГц. Ядро содержит семиступенчатый конвейер, обеспечивающий высокую производительность. В систему команд включены SIMD-инструкции параллельной

WWW.ITC-ELECTRONICS.COM

ITC ELECTRONICS

1992
2007

Нам 15 лет!

Поздравляем с этой знаменательной датой клиентов и партнеров. Мы росли и развивались вместе! И теперь сотрудничаем с ведущими промышленными предприятиями.

За 15 лет активной работы Компания ITC-Electronics обрела Международный статус, открыв представительства в крупнейших городах России, на территории Германии, Казахстана, Украины и Польши. Наше имя стало олицетворением надежности и качества.

За время работы ITC-Electronics участвовала в реализации крупнейших проектов, способствующих росту промышленности в целом. Впереди нас ждет решение еще более сложных задач, которые приведут к взаимным успехам.

Специализация ITC-Electronics – комплексная поставка электронных компонентов, средств автоматизации производства и промышленного оборудования ведущих мировых производителей.

Таблица 3. **Параметры процессоров i.MX**

Наименование параметра		Тип процессора			
		MCIMX31	MCIMX31L	MC94MX21	MC9328MX21S
Тип процессорного ядра		ARM1136JF-S		ARM926EJ-S	
Макс. тактовая частота процессорного ядра, МГц		532		333	266
Сопроцессор с плавающей точкой (VFP)		+		Нет	
Технология Smart Speed™ Switch		+			
Графический процессор (GPU)		+	Нет		
Сопроцессор ввода/вывода и предварительной обработки видеосигналов (IPU)		+		Нет	
Кодер MPEG-4		VGA, 30 кадров/с		CIF, 30 кадров/с	Нет
Объем SRAM-памяти, Кбайт		16		6	
Объем кэш-памяти, Кбайт	Данных (L1)	16			
	Команд (L1)	16			
	Данных/команд (L2)	128			
Тип внешней памяти (разрядность шины, бит; тактовая частота, МГц)		SDRAM (16/32; 133), DDR SDRAM (16/32;133), NAND-/NOR-флэш (8/16), PSRAM		SDRAM (16/32; 133),NAND-/NOR-флэш (8/16)	
Число каналов DMA		32		16	
Контроллер	UART	5	5	4	3
	IrDA (SIR, MIR, FIR)	+			
	SPI	3	3	3	2
	I²S	2			
	I²C	1			
	Single-Wire Interface	+			
	USB	High-Speed OTG, High-Speed и Full-Speed Host		Full-Speed OTG, Full-Speed Host	
	PCMCIA/CF	+			
	MMC/SD	+			
	MS Pro	+		Нет	
	ATA-6 (HDD)	+		Нет	
	SIM	+		Нет	
	Клавиатуры	+			
	JTAG	+			
Таймер	универсальный	3			
	сторожевой, реального времени (RTC)	+			
	ШИМ	1			
Система ФАПЧ		+			
Программа начальной загрузки		+			
Система динамического управления энергопотреблением (DPTC, DVFS)		+		Нет	
Диапазон рабочих температур, °C		0...70		–30...70	0...70/–30...70
Число выводов и тип корпуса (размеры, мм; шаг выводов, мм)		457-BGA (14 × 14; 0,5)		289-BGA (14 × 14; 0,65)	289-BGA (14 × 14; 0,65 или 17 × 17; 0,8)

обработки данных и набор DSP-инструкций. Ядро оптимизировано для выполнения алгоритмов вычисления суммы абсолютных разностей (SAD), быстрого преобразования Фурье (FFT) и обратного дискретного косинусного преобразования (iDCT), что дает возможность при тактовой частоте ядра до 100 МГц в реальном времени декодировать видеоданные в формате MPEG-4 (320 × 240 точек) с частотой 30 кадров/с. При работе процессоров с одной и той же тактовой частотой и выполнении тестов TeleMark, OAMark, AutoMark, ConsumerMark и NetMark, используемых консорциумом EEBMC (Embedded Microprocessor Benchmark Consortium) для тестирования процессоров, производительность ядра AVR32 примерно на 15—35% выше производительности ядра ARM11 [10]. Процессорное ядро имеет кэш-память команд и данных объемом 16 Кбайт каждая. Ядро снабжено Java-ускорителем. Контроллер внешней памяти поддерживает работу с памятью типа SDRAM, SRAM, NAND-флэш и DataFlash, а также с флэш-картами типа MMC, SD, CF и SmartMedia. В процессоре AT32AP7000 реализован прием видеоданных в форматах ITU-R.BT 601/656 или параллельном 12-разрядном RGB. ЖК-контроллер обеспечивает работу с монохромными и цветными STN-дисплеями, а также с TFT-модулями.

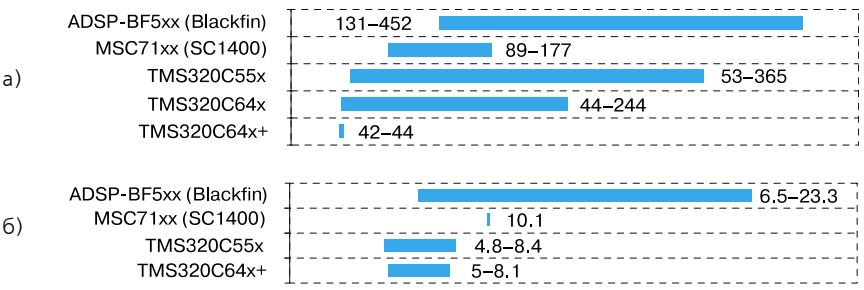


Рис. 6. **Показатели эффективности:** а) соотношения производительность/единица стоимости (доллар), б) соотношения производительность/единица потребляемой мощности (мВт)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение приведем количественные показатели производительности процессоров при выполнении алгоритмов, которые широко используются в цифровой обработке видео- и аудиоданных.

Оценкой производительности процессоров для встраиваемых систем занимаются специалисты основанного в 1997 г. консорциума EEBMC. Эта оценка выполняется в нескольких категориях, соответствующих областям их применения: потребительская электроника (Consumer), цифровые устройства индустрии развлечения (Digital Entertainment), Java-приложения, автомобильная электроника (Automotive), техника связи (Telecom) и др. Производительность в категории Consumer (Consumermark) определяется как среднее геометрическое значение показателей при исполнении алгоритмов Compress/Decompress JPEG, High Pass Gray-scale filter, RGB to CMYK и RGB to YIQ Conversion. На рисунке 3 приведены значения Consumermark для некоторых типов процессоров. В категории Digital Entertainment используются показатели MPEG Decodemark и MPEG Encodemark, учитывающие быстродействие выполнения алгоритмов декодера MP3, кодеков MPEG-2 и MPEG-4 (см. рис. 4) [10].

Для оценки реальной производительности при выполнении алгоритмов цифровой обработки сигналов (КИХ- и БИХ-фильтров, декодера Витерби, БПФ и др.) принято использовать набор тестовых программ BDTI Benchmark. Набор этих тестов был предложен основанной в 1991 г. независимой ассоциацией BDTI (Berkeley Design Technology, Inc.). На рисунке 5 приведены результаты, полученные в мае 2007 г. при использовании контрольных алгоритмов BDTImark2000. Однако, как уже говорилось ранее, для процессоров, ориентированных на применение во встраиваемых системах, первостепенными являются производные показатели эффективности — производительность/единица стоимости (рис. 6а), производительность/единица потребляемой мощности (рис. 6б) [11].

Более полную информацию о параметрах и архитектуре рассмотренных процессоров можно найти в интернете по адресам, указанным в [1—11].

ЛИТЕРАТУРА

1. TMS320DM6441 Digital Media System-on-Chip. — Texas Instruments, 2007 (www.ti.com).

2. TMS320DM6437 Digital Media Processor. — Texas Instruments, 2007 (www.ti.com).

3. Blackfin® Embedded Processor ADSP-BF542/BF544/BF548/BF549. Preliminary Technical Data. — Analog Devices, 2007 (www.analog.com).

4. Analog Devices Mobilizes Newest Blackfin Family with Power Efficiency and Security for Portable, Networked Applications (www.eeproductcenter.com/dsp).

5. MCIMX31 and MCIMX31L Applications Processors. Reference Manual. MCIMX31RM. — Freescale Semiconductor, 2007 (www.freescale.com).

6. MC94MX21. Data Sheet: Technical Data. — Freescale Semiconductor, 2006 (www.freescale.com).

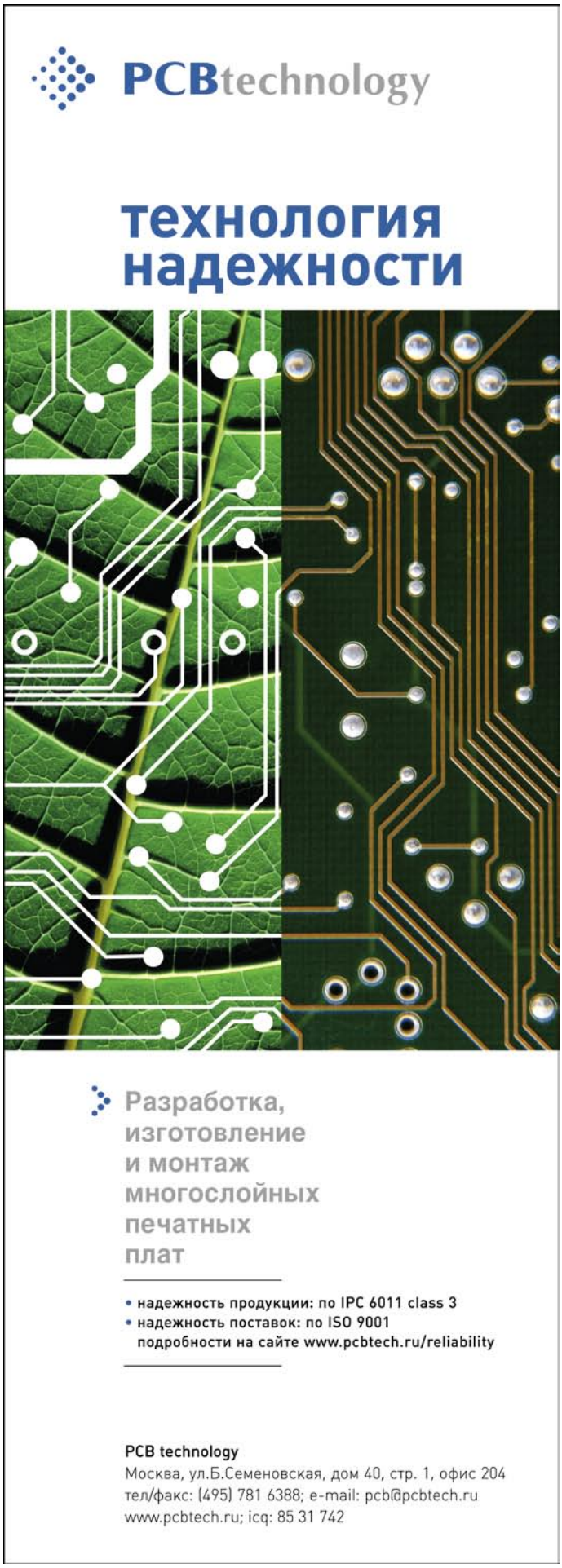
7. PNX17xx Series Data Book. Connected Media Processor Rev. 1. — Philips, March 2006 (www.philips.com).

8. www.marvell.com.

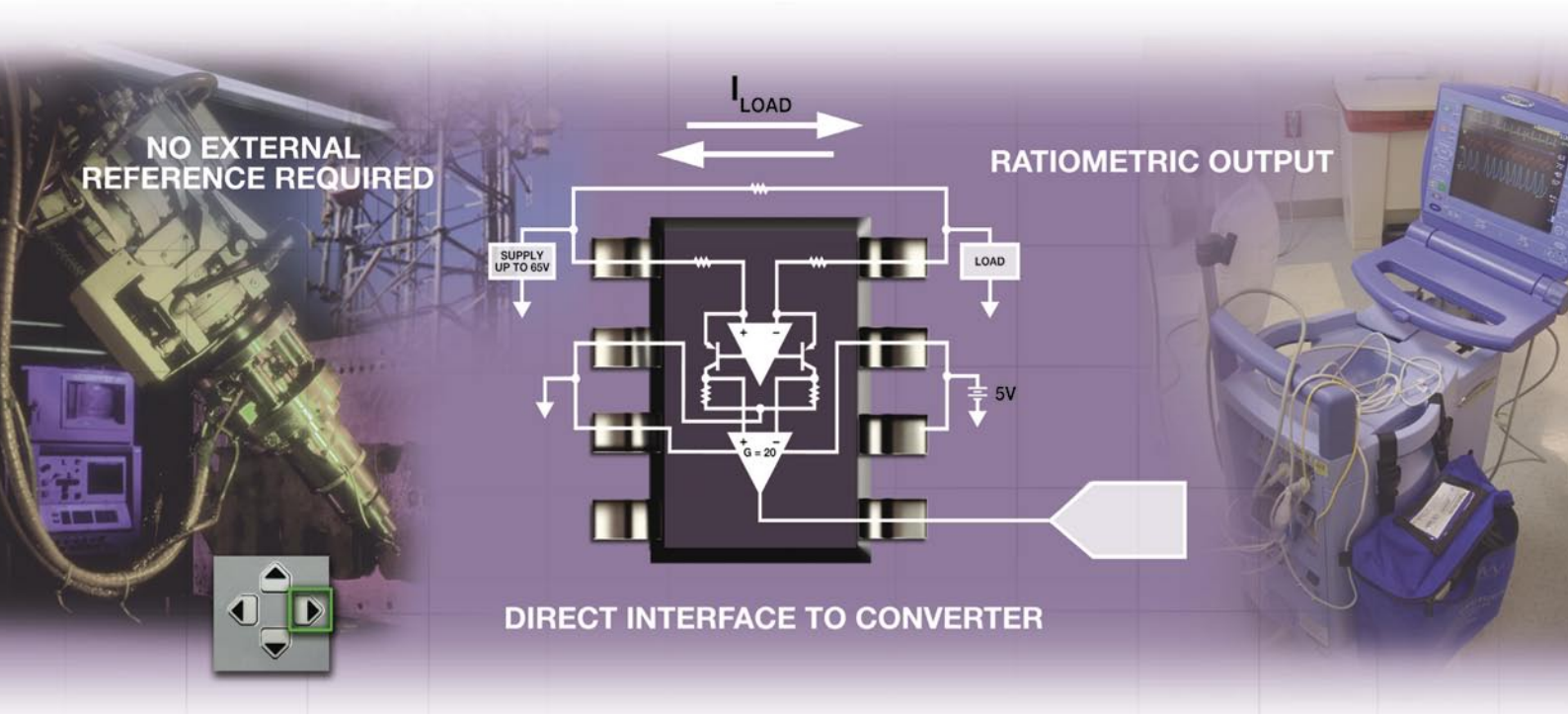
9. AVR®32 32-bit Microcontroller AT32AP7000. Preliminary Summary. — Atmel, 2007 (www.atmel.com).

10. www.eembc.org

11. www.bdti.com.

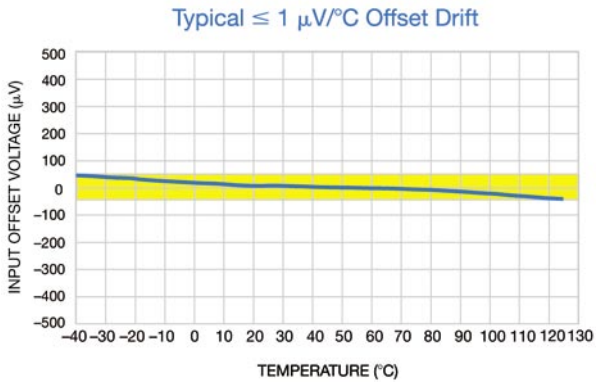


Токоизмерительный усилитель для двунаправленного тока. Измерение и прецизионный контроль. Analog is everywhere.



AD8210
Усилитель-монитор для измерения двунаправленного тока

- Синфазное входное напряжение: –2…+65 В
- Диапазон рабочих температур –40…+125°C
- Типичное значение KOCC: 120 dB (на постоянном токе)
- Дрейф коэффициента усиления: 10 ppm/°C (тип.)
- Коэффициент усиления: 20
- Ширина полосы: 500 кГц
- Цена: $1.79*



**Указанная цена действует только на территории США. Она приведена в качестве ориентировочной. По поводу цен обращайтесь, пожалуйста, к официальным дистрибьюторам.*

Гарантирована высокая точность во всем температурном диапазоне

Выбрав наш усилитель для двунаправленного измерения тока AD8210, вы получите наиболее высокоинтегрированный, гибкий в применении и точный промышленный токовый монитор. Обладая такими свойствами, как минимальный дрейф смещения (±8 мВ/°C) и минимальный дрейф коэффициента усиления (20 ppm/°C) во всём температурном диапазоне, AD8210 является заметной вехой в эволюции прецизионных усилителей для измерения тока. AD8210 способствует повышению точности системы в целом и способен контролировать ток нагрузки в различных системах: коммуникации, промышленных или медицинских. В этом семействе имеется еще два токовых монитора: AD8205 (коэффициент усиления 50) и AD8206 (коэффициент усиления 20) обеспечивают высокую точность в полосе до 50 кГц во всем температурном диапазоне.

Все три усилителя построены на основе новой архитектуры, которая обеспечивает высокую точность при аналого-цифровом преобразовании. Усилители работают при однополярном питании 5 В и могут быть сконфигурированы для двунаправленного или однонаправленного тока. Высокая точность выходного сигнала обеспечивается для всего диапазона синфазного входного напряжения за счет использования прецизионного делителя с тонкопленочными резисторами.

Для получения более подробной информации о токоизмерительных усилителях и мониторах посетите, пожалуйста, наш вебсайт:

www.analog.com/currentsense-EU

Официальные Дистрибьюторы Analog Devices Inc.

Элтех
http://www.eltech.spb.ru
Тел.: +7 812 327-9090
Факс: +7 812 373-9890

Аргуссофт
http://www.argussoft.ru
Тел.: +7 495 221-0130
Факс: +7 495 221-0131

Автэкс
http://www.autex.ru
Тел.: +7 495 334-7741
Факс: +7 495 334-8729

VD-MAIS (Украина)
http://www.vdmais.kiev.ua
Тел.: +38 044 492-88-52
Факс: +38 044 287 3668

analog is everywhere™

ANALOG DEVICES

Тел.: +7 812 327-4590, +7 812 336-2500; факс: +7 812 327 4591
www.analog.com.ru