

DSP-системы для IBM PC

Андрей Гвоздак

Развитие новых компьютерных технологий стало толчком к внедрению сложных вычислительных систем в различные области человеческой деятельности. Одним из важнейших направлений применения вычислительной техники являются системы для генерации и обработки непрерывных потоков информации в биомедицине, биохимии, физике, телекоммуникациях, геологии, физиологии, и т. д.

Существовавший подход к использованию и проектированию вычислительных систем на базе компьютеров общего назначения требует дополнительных устройств (плат, модулей) для реализации сложных процессов обработки информации как в реальном масштабе времени, так и после записи информации в память компьютера. Значительный класс таких вычислительных устройств представлен платами и блоками с DSP (Digital Signal Processor — цифровой сигнальный процессор), которые, обладая мощной вычислительной структурой, позволяют реализовать сложные алгоритмы обработки информационных потоков. Наибольшее распространение получили DSP фирм Texas Instruments, Analog Devices, Motorola, NEC, AT&T.

Сравнительно невысокая цена, а также развитые средства разработки программного обеспечения позволяют легко внедрять подобные системы в различные области информационного обеспечения от обработки сигналов сейсмодатчиков до глобальных систем контроля предприятия и отрасли в целом. Многие фирмы США и Европы предлагают свои DSP-системы, в кото-

рых используется от 1 до 8 DSP и от 128 кбайт до 256 Мбайт памяти для данных и программ. Связь с компьютером осуществляется через интерфейсы ISA, PCI, SCSI и др.

Почему все же DSP?

DSP — это специально разработанная микросхема, предназначенная для обработки аналоговых сигналов, представленных в цифровом виде.

Развитие прикладных математических методов, которые позволяют извлекать различного рода информацию из окружающего нас мира сигналов, потребовало создания специального устройства, которое обладало бы гибкой архитектурой и широким спектром команд, ориентированных на векторные и циклические операции, — таким устройством и стал DSP — цифровой сигнальный процессор. Хотя, с одной стороны, системы команд обычных процессоров пополняются новыми командами, оптимизированными для обработки сигналов (MMX, MMX2), а с другой стороны, получают распространение программируемые интегральные схемы, где типовые блоки обработки сигналов могут быть реализованы в виде стандартных библиотечных модулей, существует множество областей применения, где по техническим или экономичес-

ким соображениям применение процессоров DSP является оптимальным решением. Кроме этого, процессоры общего применения не позволяют аппаратно поддерживать аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи без дополнительных аппаратных схем и требуют затрат процессорного времени для ввода и вывода данных.

Все DSP состоят из следующих основных модулей (рис. 1): собственно цифрового сигнального процессора для обеспечения математических операций, памяти для хранения данных и программ и, по возможности, устройства для преобразования аналоговых сигналов из внешнего мира в цифровую форму.

Как известно (рис. 2), существуют две основные архитектуры построения вычислительных систем — Фон Неймана (Von Neumann) и Гарвардская (Harvard). Архитектура Фон Неймана применяется уже более 40 лет и предусматривает размещение и программ, и данных в одной и той же области памяти. Поэтому пространство программ может быть до-

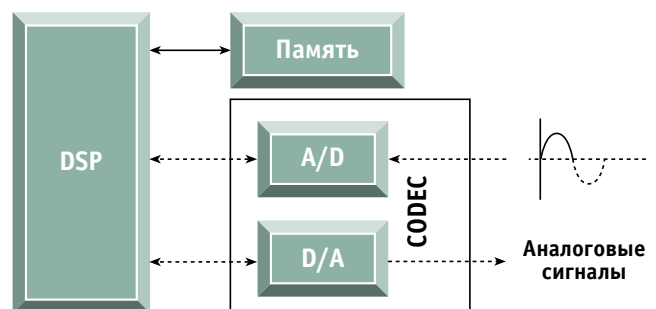


Рис. 1. Общая структура DSP-системы

ступно в одном цикле обращения к памяти.

Гарвардская архитектура разделяет пространство памяти данных и программ, предусматривая отдельные шины доступа к каждой из них. Это обеспечивает доступность и данных, и программ в одном цикле выполнения операций процессором, что увеличивает общую скорость обработки.

В современных процессорах часто применяется модифицированная Гарвардская архитектура, когда для общения с внешней памятью используется один набор шин, в то время как на самом кристалле для увеличения быстродействия

они разделены. Такой подход минимизирует общую стоимость системы, сохраняя преимущества Гарвардской архитектуры. В дополнение к этому применяются различные схемы кэширования и конвейерной обработки.

Весьма типичной для DSP является ситуация, когда медленная внешняя память используется только для начальной загрузки программ и данных во внутреннюю быстродействующую статическую память.

Need more Speed....

Наиболее распространенной математической операцией, требующейся для задач обработки сигналов, является комбинация сложения и умножения:

$$y = A \cdot x + B$$

Суммирующие функции реализуются довольно просто и могут быть выполнены за один такт работы процессора. Функции умножения требуют большего времени выполнения, особенно для чисел с плавающей

точкой. Такие вычисления для многих процессоров общего назначения могут потребовать несколько сотен тактов их работы. Аппаратные же средства DSP, оптимизированные для задач обработки данных в реальном времени, как правило, могут выполнить команду «умножение и накопление» (multiply and accumulate) всего за один такт.

По типу обрабатываемых данных микросхемы DSP можно условно разделить на DSP с фиксированной точ-

кой и DSP с плавающей точкой. DSP с плавающей точкой дороже, однако они позволяют добиться большего динамического диапазона без угрозы переполнения разрядной сетки. Наиболее употребимыми являются 24- и 32-разрядные форматы чисел с плавающей точкой.

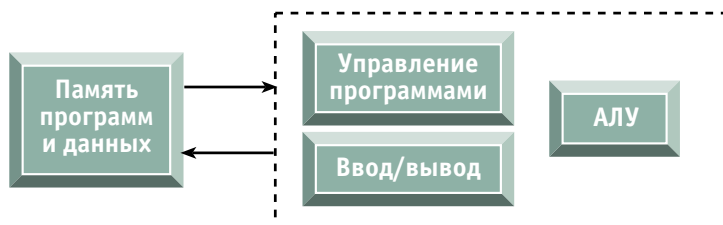


Рис. 2а. Архитектура Фон Неймана

Выпускаются и многопроцессорные DSP, наподобие TMS320с80, предназначенного для приложений параллельной обработки информации. Такой чип состоит из четырех процессоров с фиксированной точкой, работающих независимо, что позволяет обрабатывать видеоданные в реальном масштабе времени.

Как использовать DSP?

Если бы я захотел перечислить все области, в которых используются DSP, то объем этой статьи был бы потрачен только на перечисление.

Вот основные сферы применения DSP.

1. Приложения общего назначения: цифровая фильтрация, спектральный

3. Управление: управление дисковыми накопителями, управление сервоприводами, роботами, лазерными принтерами, двигателями и т. п.

4. Автоматическое управление в автономных системах: анализ вибрации, адаптивная система управления движением, глобальные системы навигации, голосовое управление, цифровое радио, сотовый телефон, системы подавления шумов, активное торможение, диагностика систем, радиолокационное обнаружение — здесь DSP используются в качестве устройств, которые обрабатывают полученные данные с помощью адаптивных алгоритмов, а затем принимают решение об управляющем воздействии на систему или сообщают состояние системы наблюдателю.

5. Телекоммуникация: телефоны с речевым номеронабирателем и эхо-запросами, адаптивная дифференциальная кодоимпульсная модуляция, цифровые телефонные станции с выходом в общую телефонную сеть, линейные повторители, мультиплексоры аналоговых сигналов, модемы, шифрование информации, факс-аппараты, пакетные переключатели и протоколы, аппаратура для видеоконференций, видеокompрессия/декомпрессия, модемы ШПС, кабельные модемы, сетевые переключатели с адаптивным управлением и т. п. В телекоммуникациях DSP используются в качестве устройств, реализующих кодирование и раскодирование различного рода информации в соответствии с требуемым алгоритмом в реальном масштабе времени, причем алгоритм может определяться самим DSP.

6. Электроника: системы обнаружения, управление потреблением энергии, цифровое телевидение и звукозапись, музыкальные синтезаторы, обучающие игры, мультимедиа, цифровые камеры и фотоаппараты, проигрыватели цифровых дисков, бытовые машины, караоке, игровые приставки, видеотелефоны и т. п.

7. Графические приложения: трехмерная анимация, системы зрения для роботов, преобразование и компрессия изображений, распознавание образов, графические рабочие станции и т. п.



Рис. 2б. Гарвардская архитектура

анализ сигналов в реальном масштабе времени, адаптивная фильтрация, генераторы сигналов, различная математическая обработка информации в научных исследованиях, медицине и военных системах.

2. Приборы и инструменты нового поколения: спектральные анализаторы, функциональные генераторы, сравнение сигналов с образцами, сейсмологическое оборудование, анализаторы переходных процессов и т. п.

8. Голосовые и речевые приложения: голосовая почта, кодирование речевых сигналов, распознавание речи, идентификация голоса, синтез речи, преобразование текстовых файлов в речь и наоборот. Для реализации таких функций в автономных устройствах в настоящее время используются и новые микросхемы, называемые MSP (mixed signal processor), в которых, как правило, имеется два А/Д и D/А преобразователя, интегрированных с DSP.

9. Промышленные приложения: робототехнические системы, числовое программное управление, защита доступа, мониторинг энергетических линий, системы активного подавления помех, электронные измерения.

Интерфейсы DSP-систем

Интерфейсы DSP-систем разделяют на внешние, предназначенные для связи с host-системами, и внутренние для соединений между модулями и самими процессорами внутри системы.

В зависимости от назначения и аппаратной реализации интерфейсы между host-системой и DSP-системой обеспечиваются стандартными средствами:

- RS-232 используется для модулей начального знакомства (Starter Kit);
- параллельный порт используется для связи с автономными устройствами DSP;
- ISA для связи с ПК типа AT, не требующей скоростного обмена данными;
- PCI для связи с ПК, требующей скоростного обмена данными (например, обработка изображений в реальном времени);
- находят применение и другие стандартные интерфейсы, такие как SCSI, Fire Wire, VME и т. п.

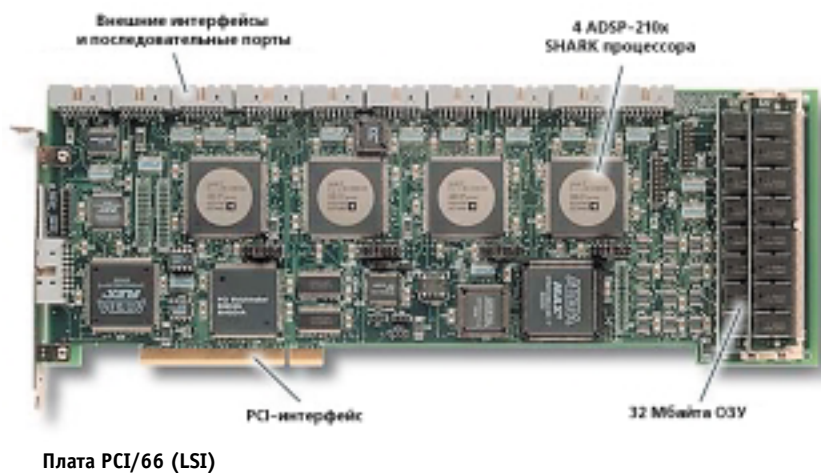
В зависимости от используемого в системе DSP-процессора внутренние интерфейсы могут быть как стандартом, поддерживаемым несколькими фирмами-разработчиками, так и уникальным решением, поддерживаемым только одной фирмой, предлагающей систему.

Основным отраслевым стандартным интерфейсом является JTAG/IEEE 1149.1 (Joint Test Action Group), использующийся для отладки и эмуляции DSP-систем. Этот интерфейс, поддерживаемый многими фирмами-производителями DSP-

систем, обеспечивает пошаговую отладку как одного, так и нескольких процессоров в системе с использованием специальных программ-отладчиков и соответствующего аппаратного обеспечения.

Вторым по важности является последовательный интерфейс (так называемый полнодуплексный интерфейс последовательной связи), применяемый для обмена информацией между процессорами или внешними устройствами типа АЦП и ЦАП по трем линиям связи. Использование этого интерфейса предусмотрено практически во всех системах DSP для ПК.

Одним из интерфейсов для модульных систем является стандарт TIM-40,



Плата PCI/66 (LSI)

который позволяет независимым разработчикам предлагать множество функциональных устройств, таких как модули памяти, модули ввода-вывода, вычислительные модули. Эти модули устанавливаются на материнскую плату, имеющую интерфейс с host-системой (ISA, PCI, VME), и позволяют сконфигурировать систему в соответствии с требованиями пользователя. TIM-модули универсальны для любых материнских плат независимо от интерфейса с host-компьютером.

То же самое относится к модулям в стандарте Industry Pack, который довольно широко распространен в области DSP-систем.

Находят применение и другие мезонинные технологии, в том числе для связи с host-системой во встраиваемых приложениях.

Как правило, большинство предлагаемых систем DSP не имеют сложных интерфейсов, а ограничиваются лишь разъемами для ввода-вывода аналоговых сигналов и интерфейсом с host-системой. Дополнительно могут использоваться интерфейсные линии для цифрового управления.

Программное обеспечение DSP-систем

Программное обеспечение, используемое для DSP-систем, можно условно разделить на три уровня:

- инструментальные средства разработки — компиляторы с языков Assembler, C и C++, отладчики, эмуляторы, системные библиотеки и библиотеки функций;
- операционные системы;
- дополнительные программные средства, поставляемые разработчиками систем, специализированные библиотеки программ.

Основными инструментальными пакетами для DSP фирмы Texas Instruments являются следующие:

Texas Instrument C/ASM. TI C-компилятор, который позволяет компилировать программы с ассемблерными вставками. Эта хорошая программа полностью совместима с ANSI-стандартом и предназначена для использования с одним DSP-процессором. Основная проблема с TI-компилятором состоит в том, что он не име-

ет удачно завершеного интерфейса между PC-машиной и DSP-системой. Например, он не имеет реализации stdio, и генерирует только объектный код, а не самозагружаемую последовательность.

Tartan C/C++. Tartan Inc. — фирма, которая специализируется на ADA-компиляторах. Фирма работает с TI, обеспечивая C и C++ утилиты для DSP. Как и в случае с TI, компиляторы этой фирмы имеют некоторые ограничения в плане совместимости с host-платформами.

3L Parallel C. Это инструментальная среда фирмы 3L Ltd., которая производит системы для программирования с параллельной обработкой данных. Фирма приобрела TI-компилятор и добавила много новых возможностей. Система включает в себя ядро, которое выполняется на каждом DSP-процессоре и обеспечивает полную планировку задач и управление параллельными процессами. Ядро использует DMA-доступ через COM-порты для коммуникаций между процессорами. Пакет обеспечивает полный инструментальный stdio для всех DSP-процессоров системы.

Несмотря на повышение эффективности компиляторов, пользователям зачастую приходится искать их более старые версии, т. к. новые имеют высокую цену.

Среди операционных систем можно упомянуть Helios.

Helios — это параллельная операционная система, которая выполняется на DSP-процессорах. Она обеспечивает полное POSIX окружение для инструментальных и запускаемых пользователем приложений. Имеется встроенный C-компилятор и ассемблер, которые специально написаны для Helios. Главное отличие этого компилятора состоит в том, что он использует байтовую неявную адресацию с циклом чтение-модификация-запись. Это дает возможность оптимального

сохранения байта данных в памяти, однако может незначительно снизить быстродействие систем, а также сузить диапазон адресации DSP.

Другие ОС, такие как Virtuoso и SPOX, которые добавляют свои собственные возможности к TI-компилятору, позволяют реализовать широкий спектр вычислений и обработки данных в реальном времени.

Информацию о других операционных системах, работающих с DSP-процессорами различных производителей, можно найти в «СТА» 2/97.

Использование библиотек функций обработки упрощает и ускоряет разработку приложений, обеспечивая легкость развития и поддержки программного обеспечения.

Возможность для пользователей оптимизировать свои приложения весьма затруднительна без знаний архитектуры системы и системы команд процессора DSP.

Использование готовых библиотек функций является решением проблемы, т. к. эти библиотеки написаны экспертом и могут иметь возможности как для расширения, так и сужения диапазона применения за счет малого количества используемых в них функций. Поэтому выбор инструментальной библиотеки — очень важное решение, которое вам придется сделать, чтобы сэкономить время для разработки системы.

Теперь об отладке DSP-приложений. Отладка пользовательской системы позволяет сделать важный шаг, для того чтобы система могла нормально работать и не имела ошибок, которые спо-

мандам процессоров, но и по некоторым событиям в процессе вычислений.

3L предлагает Debugger Support Kit, который очень полезен, поскольку позволяет отлаживать исходный текст одного процессора без видимости других процессоров или ядра системы. Это является очень важной особенностью данного отладчика.

Наиболее распространенным и простым интерактивным отладчиком является Code Composer фирмы Go DSP Inc., который позволяет также анализировать процесс обработки данных в системе и отображать результаты в виде соответствующих диаграмм.

Давать какие-либо рекомендации по выбору программного обеспечения для DSP-систем довольно трудно, однако основным критерием являются особенности решаемой задачи. Экономив на программном обеспечении, можно получить довольно неустойчиво работающую систему или значительно затянуть сроки разработки.

Начальным комплектом средств для разработки собственных DSP-приложений может быть следующий набор: ассемблер и отладчик, а также библиотеки математических функций и обработки сигналов. Данные средства включаются практически в любой набор DSP начального уровня.

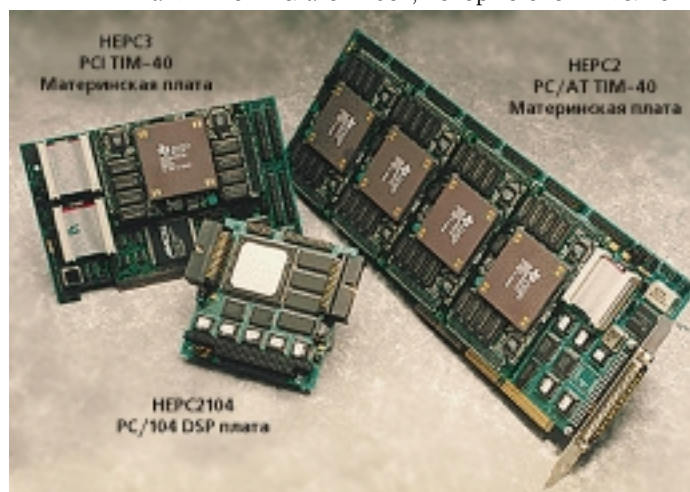
Начальным комплектом средств для разработки собственных DSP-приложений может быть следующий набор: ассемблер и отладчик, а также библиотеки

математических функций и обработки сигналов. Данные средства включаются практически в любой набор DSP начального уровня.

Обзор систем DSP

В таблице приведены данные о продукции ряда известных производителей DSP для ПК. Более подробную информацию на английском языке можно получить на соответствующих

Web-страницах. Информацию на русском языке можно получить у автора статьи. Информацию о фирмах, использующих в своих разработках DSP-процессоры производства Texas Instruments, можно найти по адресу <http://www.ti-dsp.com>. ●



Платы HEPC2 и HEPC3 (Hunt Engineering)

собны привести к потере затраченных на нее усилий и времени.

Tartan и Helios имеют свои собственные отладчики, предлагая интерфейс командной строки и хороший отладчик высокого уровня.

TI-отладчик написан специально для DSP TI и использует JTAG-порт для доступа ко всем внутренним регистрам и периферийным схемам DSP. Он позво-



SigLab в работе

ляет вести отладку на уровне исходного кода приложения, дисассемблировать, давая доступ к исполняемому коду, и проследить, как программа взаимодействует с аппаратными ресурсами.

Существуют версии отладчика для DOS и Windows, поддерживающие системы только с одним процессором на системной шине, однако UNIX, OS/2 и Windows NT версии позволяют отлаживать мультипроцессорные системы в многооконном интерфейсе отладчика. Отладчик дает возможность устанавливать точки прерывания не только по ко-

	Peachtree DSP - платформа	Elf DSP - платформа	Elf/SR60 - платформа	Vortex System Board	PC-Hydra Quad System	DSP-40 Cyclops Development Board		TMC-4 Quad TIM-40 Carrier	PC-C31 Aruba Dual	DSP-16 Plus Algorithm Development Board	Griffin Parallel DSP Board	BN2500 DSP Development & Data acquisition Processor	BN3000 DSP Development & Data acquisition Processor	BN4000 DSP Development & Data acquisition Processor	HEPC-2M	HEPC-3
Фирма-изготовитель	Atlanta Signal Processing, Inc.				Ariel Corporation			Ariel Corporation				Bridgenorth Signal Processing, Inc.			Hunt Engineering	
E-mail	info@aspi.com				ariel@ariel.com			ariel@ariel.com				info@bridgenorth.com			sales@hunteng.demon.co.uk	
Web-страница	http://www.aspi.com				http://www.ariel.com			http://www.ariel.com				http://kaos.deepcove.com/bridgenorth/			http://www.traquair.com	
Тип шины с host PC	ISA-16 бит	ISA-16 бит	ISA-16 бит	ISA-16 бит	ISA / EISA	ISA / EISA		ISA / EISA	ISA / EISA	ISA / EISA	PCI	PC XT / AT(ISA) 8/16 бит	PC XT / AT(ISA) 8/16 бит	PC XT / AT(ISA) 8/16 бит	ISA / EISA	PCI
Тип DSP	TMS320c32, 50 МГц	TMS320c31, 33 МГц	TMS320c31, 60 МГц	TMS320c40/c31, 50/30 МГц	TMS320c40, 50 МГц	TMS320c40, 50 МГц		TMS320c40/c44, 50 МГц	TMS320c31, 40 МГц	TMS320c25, 40 МГц	TMS320c80, 50 МГц	TMS320c25, 20 МГц	TMS320c30, 33 МГц	TMS320c40, 50 МГц	TMS320c40/c44, 50/60 МГц	TMS320c40/c44, 50/60 МГц
Количество DSP на плате	1	1+(2 модуль)	1+(2 модуль)	2	4 (8) на модулях	1		4 на модулях	2	1	1	1	1	1	8	2
Быстродействие системы, макс.	50 MFLOPS	33 MFLOPS	60 MFLOPS	50/33 MFLOPS	200 MFLOPS	50 MFLOPS		400 MFLOPS	80 MFLOPS	30 MFLOPS	100 MFLOPS	25 MFLOPS	33 MFLOPS	50 MFLOPS	400 MFLOPS	80 MFLOPS
Модульность системы	нет	есть, 2 разъема	есть, 2 разъема	нет	4xTIM-40 модуля	нет		4xTIM-40 модуля	нет	нет	один GMI	нет	нет	нет	4xTIM-40 модуля	один TIM-40 модуль
Наличие DMA-каналов с PC	есть	есть	есть	нет	нет	есть		нет	есть	есть	есть	нет	нет	нет	есть	есть
Количество SRAM / EPROM, макс.	128 кбайт	0/256 кбайт	1 Мбайт/256 кбайт	2 Мбайт	8 Мбайт	6 Мбайт		8 Мбайт	2 Мбайт	128 кбайт	512 кбайт	4 Мбайт	32 Мбайт	32 Мбайт	32 Мбайт	8 Мбайт
Количество DRAM, макс.	SIMM 16 Мбайт	4 Мбайт	нет	нет	32 Мбайт	64 Мбайт		32 Мбайт	нет	2 Мбайт	72 Мбайт	нет	нет	нет	128 Мбайт	32 Мбайт
Наличие двухпортовой SRAM	нет	нет	нет	16 кбайт	32 кбайт	32 кбайт		32 кбайт	16 кбайт	нет	16 кбайт	нет	нет	нет	нет	нет
Назначение системы	Аудиоприложения, обработка сигналов этого диапазона	Аудио, речь, телефония, факс, компрессия данных и анализ	Аудио, речь, телефония, факс, компрессия данных и анализ	DSP-исследования, параллельные процессы обработки данных	Исследования, обработка, компрессия, передача данных	Обработка и анализ видео- и аудиоданных		Исследования, обработка, компрессия, передача данных	Обработка данных через последовательный порт или как математический акселератор для PC	Система для редактирования и записи звука в реальном масштабе времени	Обработка изображений в реальном масштабе времени	Обработка данных звукового диапазона	Обработка данных звукового диапазона в реальном масштабе времени	Обработка данных звукового диапазона в реальном масштабе времени	Обработка сигналов и изображений	Обработка сигналов и изображений
УСТРОЙСТВА ВВОДА-ВЫВОДА																
A-D преобразователь	Стерео, 16 бит	Стерео, 16 бит	Стерео, 16 бит	DT-connect	DT-connect	2- 16 бит		DT-connect	нет	2- 16 бит	нет	BN32xx BN14xx	BN32xx BN14xx	BN32xx BN14xx	HETBASEIO, GD1, GD2	HETBASEIO, GD1, GD2
D-A преобразователь	Стерео, 16 бит	Стерео, 16 бит	Стерео, 16 бит	DT-connect	DT-connect	2- 16 бит		DT-connect	нет	2- 16 бит	нет	BN32xx BN14xx	BN32xx BN14xx	BN32xx BN14xx	HETBASEIO, GD5	HETBASEIO, GD5
Параллельная цифровая шина I/O	16 ввод/вывод или 8 вывод и 16 ввод	нет	нет	DT-connect	DT-connect	нет		нет	нет	SCSI	нет	16 бит	32 бит	32 бит	HETIO, HETBASEIO, GD4	HETIO, HETBASEIO, GD4
Последовательный порт голосовой/данных	нет	нет	нет	дополнительная плата	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	HETAIO	HETAIO
Телефонный разъем	нет	DAA	DAA	нет	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
COM-порты	нет	COM1, COM2	UART	RS-422	12	программно		12	RS-422	нет	нет	1	2	6	HETBASEIO, GD3	HETBASEIO, GD3
MIDI-интерфейс	моделируемый	есть	есть	DT-connect	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Цифровая камера	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	GMI-DCAM	нет	нет	нет	нет	нет
TV-сигнал вход	нет	нет	нет	нет	VRT-40	DT-connect		VRT-40	нет	нет	GMI-VIDEO-IN	нет	нет	нет	HETVIO, HECFG44-16	HETVIO, HECFG44-16
TV-сигнал выход	нет	нет	нет	нет	VRT-40	нет		VRT-40	нет	нет	GMI-VIDEO-OUT	нет	нет	нет	HETVIO	HETVIO
Выход на монитор	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	VGA, SVGA	нет	нет	нет	VIPTIM	VIPTIM
Тип отладочного порта	через host-шину	через host-шину	через host-шину	JTAG / TI XDS	JTAG	JTAG		JTAG	2-JTAG/MPSD	Через host-шину	JTAG	Через host-шину	Через host-шину	Через host-шину	JTAG	JTAG
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ																
Пакеты и программы производителя, включаемые в комплект поставки	Peachtree SoftWare Development Kit, ASPI real-time library	Elf SDK, MS Visual Basic VBX	Elf SDK, MS Visual Basic VBX	Ashell, Assembler, C compiler	SIGNLogic DSPower, C отладчик, AXL DSP expert library, XDS-510	AXL DSP expert library, XDS-510, Hyperception RT 3/4, DSP Works QEDesign		AXL DSP expert library, XDS-510, Fast Tartan Math library	Microsoft C 6.0 Library, ANSI C интегрированная библиотека, Tartan library для c30/c31	SySid, PDS-320, DTK-C25	PC library для MS C/C++ 7.0, Visual C++ 4.x, VC 4.x, WC C/C++ 10.x, IMPLIB- c80	Интегрированный пакет производителя для c2x	Интегрированный пакет производителя для c3x	Интегрированный пакет производителя для c4x	Инструментальный пакет драйверов	Инструментальный пакет драйверов
TI C/Assembler	включается	включается	включается	нет	включается	включается		включается	включается	нет	включается для WINDOWS NT	включается	включается	включается	совместима	совместима
Tartan C/C++	нет	нет	нет	нет	совместима	совместима		совместима	совместима	нет	нет	нет	нет	нет	совместима	совместима
3L Parallel C/C++	нет	нет	нет	нет	совместима	совместима		совместима	нет	нет	нет	нет	нет	нет	совместима	совместима
SPOX	нет	нет	нет	дополнительно	совместима	совместима		совместима	нет	нет	нет	нет	нет	нет	совместима	совместима
Virtuoso	нет	нет	нет	нет	совместима	совместима		совместима	нет	нет	нет	нет	нет	нет	совместима	совместима
MATLAB совместимость	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Отладчик	Peachtree source C	Elf source C	Elf source C	SPOX / C	AXLX или UXDS C отладчик	AXLX или UXDS C отладчик		AXDS-Vista	AXDS-PC-31	DSPBUG	AXDS-PC-c80, XDS-510XL	производителя в пакете программ	производителя в пакете программ	производителя в пакете программ	TI Debugger для HEPC-2	TI Debugger для HEPC-3
РЕАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ																
DOS	есть	есть	есть	нет	есть	есть		есть	есть	есть	нет	есть	есть	есть	есть	есть
Windows 3.11 / NT	нет	есть	есть	есть	есть	есть		есть	есть	нет	есть	нет	нет	нет	есть	есть
OS/2	нет	нет	нет	есть	есть	есть		нет	нет	нет	есть	нет	нет	нет	есть	есть
Unix(SCO)	нет	нет	нет	есть	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Цена комплекта начального уровня, плата / программы	\$595 / \$2495	\$1195 / \$2495	\$1995 / \$2495	\$3995 / \$3500	\$9995	\$5995		\$3995	\$2495	\$2195	\$7495	\$2295 / \$1000	\$2995 / \$1500	\$3995 / \$1000	2650BP / 2000BP	2850BP / 2000BP

	SigLab 20-22/Siglab 20-42	Mountain-30 Emulator/Target System	Slalom-40 Development System	Slalom-50 Development System	DSPC-42/44	DSPC-49		DI-280	EZ-LAB Evaluation board	PC/DS25x	PCI/66	MODEL 250	MODEL 5000	MODEL 310
Фирма-изготовитель	DSPT, Inc	White Mountain DSP			Pasific Cyber/Metrix, Inc.			DataQ Instruments	BittWare research systems			Dalanco Spry		
E-mail	SigLab@dspt.com	wm dsp@attmail.com			pcm@ix.netcom.com				info@bittware.com, sales@lsi-dsp.co.uk			dalanco@vivanet.com		
Web-страница	http://www.dspt.com	http://www.ti.com/sc/docs/dsps/develop/3rdparty/			http://www.pcmsystems.com			http://www.dataq.com	http://www.bittware.com, http://www.lsi-dsp.co.uk			http://www.ti.com		
Тип шины с host PC	SCSI	ISA-16 бит	ISA-16 бит	ISA-16 бит	ISA-16 бит	ISA-16 бит	ISA / EISA	ISA-16 бит	ISA-16 бит	ISA-16 бит	PCI	ISA-16 бит	ISA-16 бит	ISA-16 бит
Тип DSP	TMS320c31, 50 МГц	TMS320c30, 33 МГц	TMS320c40, 40/50 МГц	TMS320c51, 57 МГц	TMS320c40, 50 МГц	TMS320c40, 50 МГц, Sharp LH9124		ADSP2115, 16 МГц	ADSP-21062 SHARC, 33 МГц	ADSP-21062 SHARC, 33/40 МГц	ADSP-21060 SHARC, 40 МГц	TMS320c25, 40/50 МГц	TMS320c51, 80 МГц	TMS320c31, 40/50 МГц
Количество DSP на плате	1	1	8	2	2 или 4	2, 1 vector		1	2+2(SHARC PAC)	2+2(SHARC PAC)	6	1	1	1
Быстродействие системы, макс.	33 MFLOPS	33 MFLOPS	320 MFLOPS	100 MFLOPS	100 MFLOPS/ 200 MFLOPS	600 MFLOPS		16 MIPS	180 MFLOPS	360 MFLOPS	720 MFLOPS	10 MIPS	40 MIPS	40 / 50 MFLOPS
Модульность системы	нет	нет	есть	нет	нет	нет		нет	ICE PAC и MAFE	ICE PAC и MAFE	PMC	нет	нет	нет
Наличие DMA каналов с PC	на SCSI-плате	нет	нет	нет	есть	есть		есть	есть	есть	есть	нет	нет	нет
Количество SRAM/EPROM, макс.	256 кбайт	64 кбайт	1 Мбайт	256 кбайт	12, 20 Мбайт/ 1 Мбайт	8 Мбайт/512 кбайт		32 кбайт	256 кбайт / 512 кбайт	4 Мбайт	3 Мбайт / 512 кбайт	64 кбайт	64 кбайт	512 кбайт
Количество DRAM, макс.	32 Мбайт	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	16 Мбайт	128 кбайт	128 кбайт	нет
Наличие двухпортовой SRAM	нет	2 кбайт	нет	4 кбайт	нет	нет		нет	нет	нет	нет	есть	есть	есть
Назначение системы	Анализ сигналов, систем, речи, шума, вибрации, управление процессами, для обучения	Для анализа сигналов общего применения	Анализ сигналов звукового диапазона в реальном времени	Анализ и моделирование систем	Высокоскоростная обработка данных	Высокоскоростная обработка данных		FFT-1024 точки с различными окнами сглаживания	Отладка алгоритмов и программ	Отладка многопроцессорных алгоритмов и системы реального времени	Высокоскоростная обработка данных и коммуникации	Обработка сигналов, загрузка данных, измерения, управление, коммуникации, обработка изображений, цифровая обработка, оцифровка звука	Обработка сигналов, загрузка данных, измерения, управление, коммуникации, обработка изображений, цифровая обработка, оцифровка звука	Обработка сигналов, загрузка данных, измерения, управление, коммуникации, обработка изображений, цифровая обработка, оцифровка звука
УСТРОЙСТВА ВВОДА-ВЫВОДА														
A-D преобразователь	2/4- 20 бит	AIC, mini-DIN	AIC, mini-DIN	дополнительная плата	нет	нет		любой с DMA	MAFE 2x16, AD1847	MAFE	PMC	12 бит, 3 мкс, 8 каналов	12 бит, 2 мкс, 8 каналов	14 бит x 4, 300 кГц с программируемым коэф. усиления
D-A преобразователь	2- 18 бит	AIC, mini-DIN	AIC, mini-DIN	дополнительная плата	нет	нет		любой с DMA	MAFE 2x16, AD1847	MAFE	PMC	250 кГц, 12 бит	500 кГц, 12 бит	500 кГц, 12 бит
Параллельная цифровая шина I/O	есть	нет	нет	дополнительная плата	2x1024x36 FIFO, 1024x8 4 FIFO	2x1024x36 FIFO, 1024x8 2 FIFO		нет	нет	нет	нет	16 бит	16 бит	нет
Последовательный порт голосовой/данных	нет	нет	нет	дополнительная плата	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Телефонный разъем	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
COM-порты	нет	нет	2x4	4	нет	нет		нет	4 SHARCNET	4, 6 SHARCNET	1 TDM + 6 PMC	5	TMS320 TDM порт, 1	нет
MIDI-интерфейс	нет	нет	нет	дополнительная плата	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Цифровая камера	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
TV-сигнал вход	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
TV-сигнал выход	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Выход на монитор	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Тип отладочного порта	нет	IEEE Std. 1149.1	IEEE Std. 1149.1	IEEE Std. 1149.1	JTAG	JTAG / 9320 RTS		нет	JTAG	JTAG	JTAG	на плате	на плате	JTAG
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ														
Пакеты и программы производителя, включаемые в комплект поставки	Исходные тексты инструментов для MATLAB *.m файлов	Пакеты программ производителя и драйверы для PC-системы DSP	Пакеты программ производителя и драйверы для PC-системы DSP	Пакеты программ производителя и драйверы для PC-системы DSP	Собственный компилятор C, SPOX библиотека и драйверы для ОС	Собственный компилятор C, ASM, SPOX библиотеки и VPASM и библиотеки для поддержки векторных операций и драйверы для host PC		Драйверы, библиотека и пакет FFT WorkPlace для анализа	Специальный пакет DSP21K и интерфейсная библиотека для связи с host PC	Специальный пакет DSP21K и интерфейсная библиотека для связи с host PC	Специальный пакет с C, ASM и библиотеками для PCI-интерфейса	A320 ASM, редактор связей и дополнительные программы: DISPLAY, EDIT25, DATA RECORD	A5000 ASM, редактор связей и дополнительные программы: DISPLAY, RECORD&PLAYBACK, DATA ACQUISITION MANAGER	A300 ASM, редактор связей и дополнительные программы: DISPLAY, RECORD&PLAYBACK, DATA ACQUISITION MANAGER
TI C/Assembler	нет	включается	включается	включается	совместима	совместима		нет	нет	нет	нет	совместима	совместима	совместима
Tartan C/C++	нет	включается	включается	включается	совместима	совместима		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
3L Parallel C/C++	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
SPOX	нет	включается	включается	включается	нет	нет		нет	SPOX-MP	SPOX-MP	SPOX-MP	нет	нет	нет
Virtuoso	нет	нет	нет	нет	нет	нет		нет	есть	есть	есть	нет	нет	нет
MATLAB совместимость	включается	нет	нет	нет	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Отладчик	нет	производителя в пакете программ	TI Sours with OS/2 Parallel	TI Sours with OS/2 Parallel	TI и WM	TI и WM		нет	ICE PAC	ICE PAC	IEEP 1386, PMS Site	D325	D5000	D300
РЕАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ														
DOS	нет	есть	есть	есть	нет	нет		есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть
Windows 3.11 / NT	есть	есть	есть	есть	есть	есть		есть	есть	есть	есть	нет	нет	есть
OS/2	нет	есть	есть	есть	нет	нет		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Unix(SCO)	нет	нет	нет	нет	есть	есть		нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Цена комплекта начального уровня, плата / программы	\$7000				\$8243/\$1277, +\$2950	\$19062 +\$2950		\$513	\$700	\$1200	\$2500	\$900	\$995	\$930