

# Цифровые процессоры обработки сигналов

## фирмы Analog Devices

Алексей Соловьев

solo@argussoft.ru

### Часть 1. Семейство программно и аппаратно совместимых 16-разрядных процессоров

Фирма ANALOG DEVICES, Inc. (США) более 30 лет широко известна в мире как лидирующий производитель микросхем для аналоговой обработки сигналов. Постоянное совершенствование технологии изготовления интегральных схем позволило выработать подход, с помощью которого фирма стала одним из лидеров и в области цифровой обработки сигналов. Данный подход реализован с помощью двух семейств (соответственно 16- и 32-разрядных) универсальных программируемых цифровых процессоров для обработки сигналов. Основной отличительной особенностью примененного подхода явилась полная программная и частичная аппаратная (pin to pin) совместимость разных модификаций процессоров в рамках семейства. Каждое из семейств прошло свой путь эволюции, и в настоящее время на рынке широко используются процессоры, которые можно отнести к третьему поколению.

В данной части публикации будут рассмотрены особенности серийно выпускаемых современных моделей семейства программно и аппаратно совместимых 16-разрядных процессоров обработки сигналов, а также даны предварительные характеристики 16-разрядных процессоров следующего поколения, которые появятся на мировом рынке во второй половине 2000 года.

#### ADSP-2101/2104/2105/2115 — 16-разрядные программно и аппаратно совместимые процессоры обработки сигналов второго поколения

Как отмечалось выше, в настоящее время серийно выпускаются сигнальные процессоры, относящиеся к третьему поколению эволюции. К ним относятся процессоры семейства ADSP-218x. Процессоры второго поколения (ADSP-2101/2104/2105/2111/2115) с максимальной производительностью 25 MIPS (миллионов инструкций в секунду) также продолжают серийно выпускаться, но их применение в новых изделиях становится экономически невыгодным, так как при стоимости, практически сопоставимой с процессорами третьего поколения, они значительно проигрывают им в как в объеме внутренних ресурсов, так и в производительности.

#### ADSP-218x — 16-разрядные программно и аппаратно совместимые процессоры обработки сигналов третьего поколения

Сохраняя программную совместимость с процессорами ADSP-2101/2104/2105/2115, процессоры семейства ADSP-218x имеют полную программную и частичную аппаратную совместимость между собой. Все они используют Гарвардскую архитектуру с разделением как внутренней памяти, так и шин доступа к внутренней памяти программ и данных. Архитектура сигнальных процессоров неоднократно подробно рассматривалась в различных изданиях [1,2]. Отметим основные отличительные черты. Все процессоры состоят из:

- трех независимых параллельно работающих вычислительных устройств, которые осуществляют выполнение арифметических и логических функций, включая операцию умножения с накоплением, выполняемую за один машинный цикл, манипуляцию битами, операции сдвига и т. п.;

- двух независимых генераторов адреса данных, которые обеспечивают одновременный доступ к двум массивам внутренней памяти, гибкие режимы адресации и доступа к данным во внутренней памяти, что позволяет процессору в рамках одного машинного цикла получить доступ сразу к двум величинам данных;

- мощного устройства управления, позволяющего осуществлять выборку и исполнение всех команд процессора за один машинный цикл, быструю реакцию на прерывания и отработку передачи управления в зацикленных программах без потери машинного цикла;

- внутреннего ОЗУ, состоящего из 24-разрядного ОЗУ программ и 16-разрядного ОЗУ данных, объем каждого из которых определяется моделью процессора;

- двух гибких программируемых синхронных последовательных портов. Многоканальные последовательные порты позволяют осуществлять прямое подключение к потокам данных T1/E1. Их встроенные аппаратные возможности работы в многоканальном режиме с разделением времени существенно уменьшают сложность разработки программного обеспечения и поддерживают работу с 24- и 32-канальными фреймами;

- интерфейса прямого доступа к внутренней памяти через дополнительные внешние порты ввода/вывода.

Общие характеристики серийно выпускаемых (в 2000 году) процессоров обработки сигналов семейства ADSP-218x

| Название   | ОЗУ программ (Кслов) | ОЗУ данных (Кслов) | Производительность МГц | Энергопотребление мА/MIPS | Питание В | Тип корпуса | Аппаратная совместимость |
|------------|----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|-----------|-------------|--------------------------|
| ADSP-2181  | 16                   | 16                 | 40, 33, 28             | 1.8                       | 5         | 128 PQFP    |                          |
| ADSP-2181  | 16                   | 16                 | 40, 33, 28             | 1.8                       | 5         | 128 TQFP    | *                        |
| ADSP-2183  | 16                   | 16                 | 52, 40, 33, 28         | 0.8                       | 3.3       | 128 TQFP    | *                        |
| ADSP-2183  | 16                   | 16                 | 52                     | 0.8                       | 3.3       | 144 miniBGA | ***                      |
| ADSP-2184  | 4                    | 4                  | 40                     | 1.4                       | 5         | 100 LQFP    | **                       |
| ADSP-2184L | 4                    | 4                  | 40                     | 1.2                       | 3.3       | 100 LQFP    | **                       |
| ADSP-2185  | 16                   | 16                 | 33, 28                 | 1.8                       | 5         | 100 LQFP    | **                       |
| ADSP-2185L | 16                   | 16                 | 52, 40, 33, 28         | 0.8                       | 3.3       | 100 LQFP    | **                       |
| ADSP-2185L | 16                   | 16                 | 52                     | 0.8                       | 3.3       | 144 miniBGA | ***                      |
| ADSP-2185M | 16                   | 16                 | 75                     | 0.4                       | 2.5       | 100 LQFP    | **                       |
| ADSP-2185M | 16                   | 16                 | 75                     | 0.4                       | 2.5       | 144 miniBGA | ***                      |
| ADSP-2186  | 8                    | 8                  | 40, 33, 28             | 1.5                       | 5         | 100 LQFP    | **                       |
| ADSP-2186  | 8                    | 8                  | 40                     | 1.5                       | 5         | 144 miniBGA | ***                      |
| ADSP-2186L | 8                    | 8                  | 40, 33, 28             | 1.1                       | 3.3       | 100 LQFP    | **                       |
| ADSP-2187L | 32                   | 32                 | 52, 40                 | 0.8                       | 3.3       | 100 LQFP    | **                       |
| ADSP-2188M | 48                   | 56                 | 75                     | 0.4                       | 2.5       | 100 LQFP    | **                       |
| ADSP-2188M | 48                   | 56                 | 75                     | 0.4                       | 2.5       | 144 miniBGA | ***                      |
| ADSP-2189M | 32                   | 48                 | 75, 66                 | 0.4                       | 2.5       | 100LQFP     | **                       |
| ADSP-2189M | 32                   | 48                 | 75                     | 0.4                       | 2.5       | 144 miniBGA | ***                      |

да-вывода. Для обеспечения обмена данными между внешними устройствами и собственно процессорами предусмотрено несколько типов поддержки прямого доступа к внутренней памяти. Процессор может адресоваться к внешней памяти объемом до 4 Мбайт через байтовый порт ПДП (BDMA), при этом процессор является ведущим. В многопроцессорных системах хост-машина может получить доступ к внутренней памяти процессора через 16-разрядный порт ПДП (IDMA);

— программируемых флагов.

Внутри семейства модели различаются по напряжению питания, объемам внутренней памяти и максимальной производительности. Сводная таблица характеристик процессоров семейства ADSP-218x приведена ниже (см. таблицу).

Здесь необходимо отметить одну черту, отличающую процессоры ADSP-2181/2183 от остальных. Исторически эти процессоры были базовыми моделями, на которых «выросло» все семейство. Они отличаются от остальных большим количеством выводов и менее компактным корпусом. Это обусловлено тем фактом, что у данных процессоров оба интерфейса прямого доступа к памяти выведены непосредственно «наружу» и могут быть «задействованы» одновременно, в то время как у остальных выводы интерфейсов прямого доступа мультиплексированы, и выбор того или иного типа интерфейса (IDMA или BDMA) происходит при включении питания или при общем аппаратном сбросе процессора. Так что модели ADSP-2181/2183 аппаратно совместимы между собой, но не совместимы с остальными процессорами семейства. Программная совместимость при этом обеспечивается полностью.

#### ADSP-219x — 16-разрядные процессоры обработки сигналов четвертого поколения

Как видно из таблицы, максимальная производительность процессоров семейства ADSP-218x ограничена величиной 75 MIPS. И причиной ограничений уже является даже не технология изготовления процессоров (самые производительные из них изготавливаются по нормам 0,18 мкм), а архитектура, узкими местами которой является невысокая разрядность

с процессорами предыдущих поколений (на уровне объектных кодов).

Основные архитектурные отличия семейства ADSP-219x заключаются в следующем:

— регистры вычислительных устройств объединены в регистровый файл, доступ к которому может осуществляться из любого вычислительного устройства, что дает возможность создания эффективных компиляторов языков высокого уровня;

— расширена разрядность внутренних шин адреса/данных (до 24-х), что позволяет увеличить адресное пространство процессора (до 16М слов в постраничном режиме и 64К слов напрямую) и снимает ограничения на объем внутренней памяти;

— модифицированы генераторы адресов данных, что позволило сохранить существующие режимы адресации и добавить пять новых режимов;

— для увеличения общей производительности устройство управления дополнено кэш-памятью команд, которая работает по принципу кэш-памяти 32-разрядных процессоров с плавающей точкой семейства ADSP-2106x (SHARC);

— для более эффективной работы инструментальных средств введена поддержка JTAG-интерфейса.

Процессоры семейства ADSP-219x будут поддерживаться тем же классом инструментальных средств, что и процессоры, серийно выпускаемые в настоящее время.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ADSP-2100 Family User's Manual. 3-rd Edition. Analog Devices, 1995.

2. Руководство пользователя по сигнальным микропроцессорам семейства ADSP-2100, СПбГЭТУ, С.Петербург, 1997.