



Дмитрий Парошин (Компания IntegrIT)

## DSP-ПРОЦЕССОРЫ AMI SEMICONDUCTOR



ON Semiconductor

Недавно компания **ON Semiconductor** объявила о приобретении производителя специализированных компонентов, компании **AMI Semiconductor**. Благодаря этому, в линейку поставляемой продукции ON Semi добавились специализированные **цифровые сигнальные процессоры для обработки звукового сигнала**. Они найдут применение в спецсредствах связи, медицинской и бытовой электронике.

Компания **AMI Semiconductor** специализируется на разработке электронных компонентов для нишевых сегментов рынка. Компания не обошла своим вниманием и рынок DSP-процессоров, предлагая несколько интересных решений, о которых и пойдет речь.

AMI Semiconductor позиционирует свои процессоры как системы для обработки аудиосигналов. При этом они обладают «фамильными» чертами, которые отличают их от традиционных DSP-процессоров. В первую очередь они обладают очень малым размером корпуса (несколько миллиметров), очень низким энергопотреблением (менее 1 мА) и 24-битной

разрядностью, благодаря которой достигается большой динамический диапазон при обработке аудиосигналов. Не трудно догадаться, что область применения таких процессоров – портативные носимые аудиоустройства с автономным источником питания, обычно малой емкости. К ним относятся не только привычные нам мобильные телефоны, но и телефонные гарнитуры, устройства hands-free, цифровые слуховые аппараты и другие. Рассмотрим эти устройства более подробно.

### Ezairo 5900

Процессоры этой серии предназначены в первую очередь для

применения в цифровых слуховых аппаратах.

Основные особенности Ezairo 5900:

- 24-битное DSP-ядро с конфигурируемым ускорителем вычислений;
- Высококачественная обработка аудиосигналов: динамический диапазон 85 дБ с возможностью расширения до 110 дБ;
- 4 параллельных и независимых АЦП для подключения микрофона, преобразователя магнитного поля в электрический ток (так называемый «telecoil» — используется в слуховых аппаратах) и линейного аудиосигнала с аудиопроигрывателями;
- Поддержка адаптивных алгоритмов обработки звука с чрезвычайно низкой групповой задержкой, менее 1 мс;
- Развитые средства управления потребляемой мощностью;
- Ультранизкая потребляемая мощность: менее 1 мА;

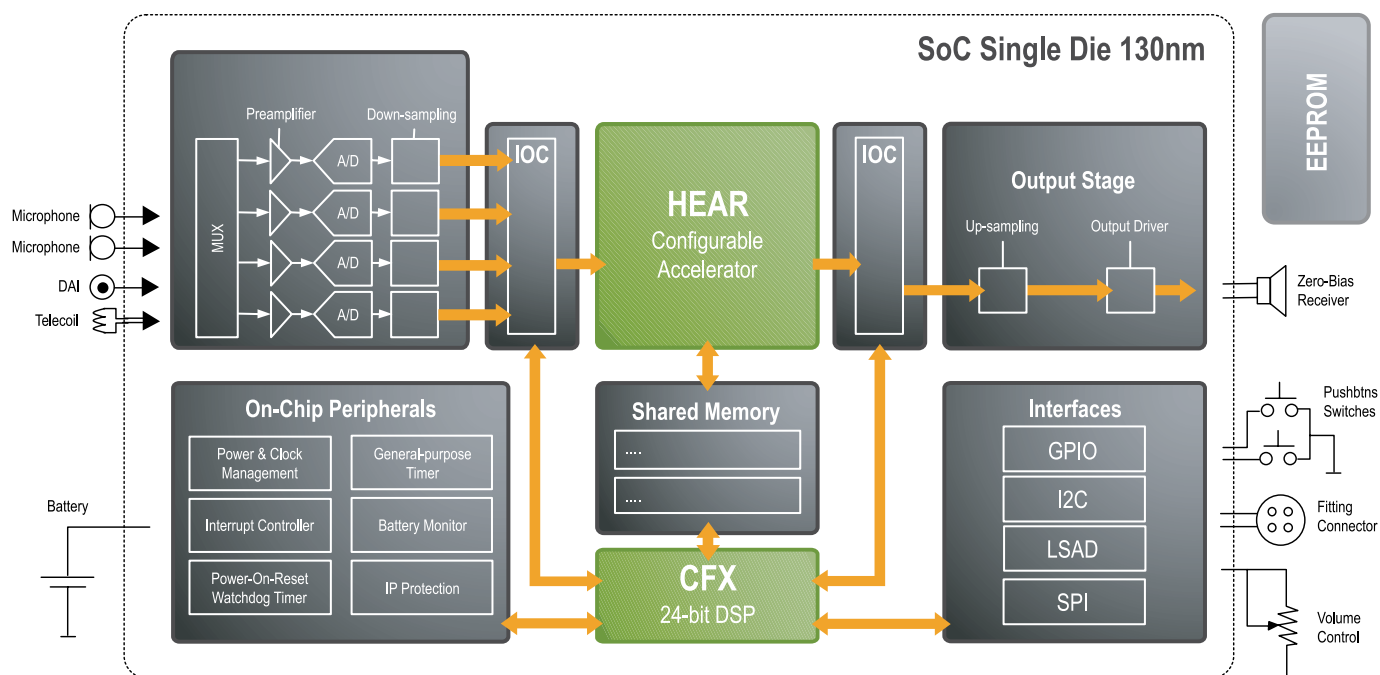


Рис. 1. Блок-схема Ezairo 5900

- Линии для прямого подключения приемника аудиосигнала;
- Изменяемая частота опорного генератора в пределах от 1,28 МГц до 5,12 МГц для оптимизации потребляемой энергии и производительности;
- Размер корпуса 5,98x3,46x1,60 мм;
- 256 кбит EEPROM.

Благодаря наличию DSP-ядра на базе этого процессора возможно построение аудиоустройств с адаптивными алгоритмами контроля уровня сигнала, эхокомпенсации, шумоподавления и других систем улучшения звука.

Блок-схема процессоров семейства Ezairo 5900 показана на рис. 1.

Входные каскады процессора обеспечивают селекцию, предварительное усиление, аналогоцифровое преобразование аудиосигналов с последующей децимацией. Четыре независимых АЦП могут быть попарно объединены для получения одного канала с расширенным динамическим диапазоном в 110 дБ.

**ИОС** — контроллер входных/выходных сигналов (Input Output Controller) распределяет сигналы по вычислительным модулям.

**On-chip Peripherals** — периферия, содержащая блок управления питанием, который способен детектировать различные состояния батареи, такие как установка/извлечение батареи, разряд и др. Цепи управления тактовой частотой для регулирования потребляемой мощности. Кроме этого имеется блок защиты от предотвращения неавторизованного доступа к программному коду.

**HEAR** — аппаратный вычислитель, по сути представляющий собой банк фильтров, которые могут обрабатывать сигнал как во временной, так и в частотной областях. Управление модулем осуществляется при помощи специального макроязыка.

**CFX DSP Core** — 24-битное DSP-ядро способное выполнять две операции MAC за один такт. Ядро взаимодействует с модулем HEAR через разделяемую двухпортовую память, которая служит для хранения коэффициентов фильтров.

**Output Stage** — выходной каскад, комбинирующий экспандер частоты дискретизации с цепями для прямого подключения приемника аудиосигнала. Работает с нормальной и повышенной нагруз-

кой. Запитывается с развязкой по постоянному току для обеспечения лучшего качества воспроизведения звука.

**Interfaces** — интерфейсные линии для подключения внешней периферии, применяемой в слуховых аппаратах — кнопка включения, регулятор громкости, линии для подключения батареи.

Как мы видим Ezairo 5900 представляет собой законченную систему на одном кристалле, которая требует минимального количества дополнительных компонентов. Процессор обладает очень маленькими размерами и низким энергопотреблением, поэтому с успехом может быть использован в миниатюрных слуховых аппаратах различных типов.

### BelaSigna 300, 250, 200

Это еще одно семейство высокопроизводительных процессоров компании AMIS. Все они обладают развитой периферией, включая линии GPIO и UART. BelaSigna 250, 200 построены на базе 16-разрядного DSP-ядра RCore и имеют тактовые частоты 50 МГц и 33 МГц. BelaSigna 300 использует 24-разрядный DSP CFX и работает на частоте 40 МГц. Все они име-

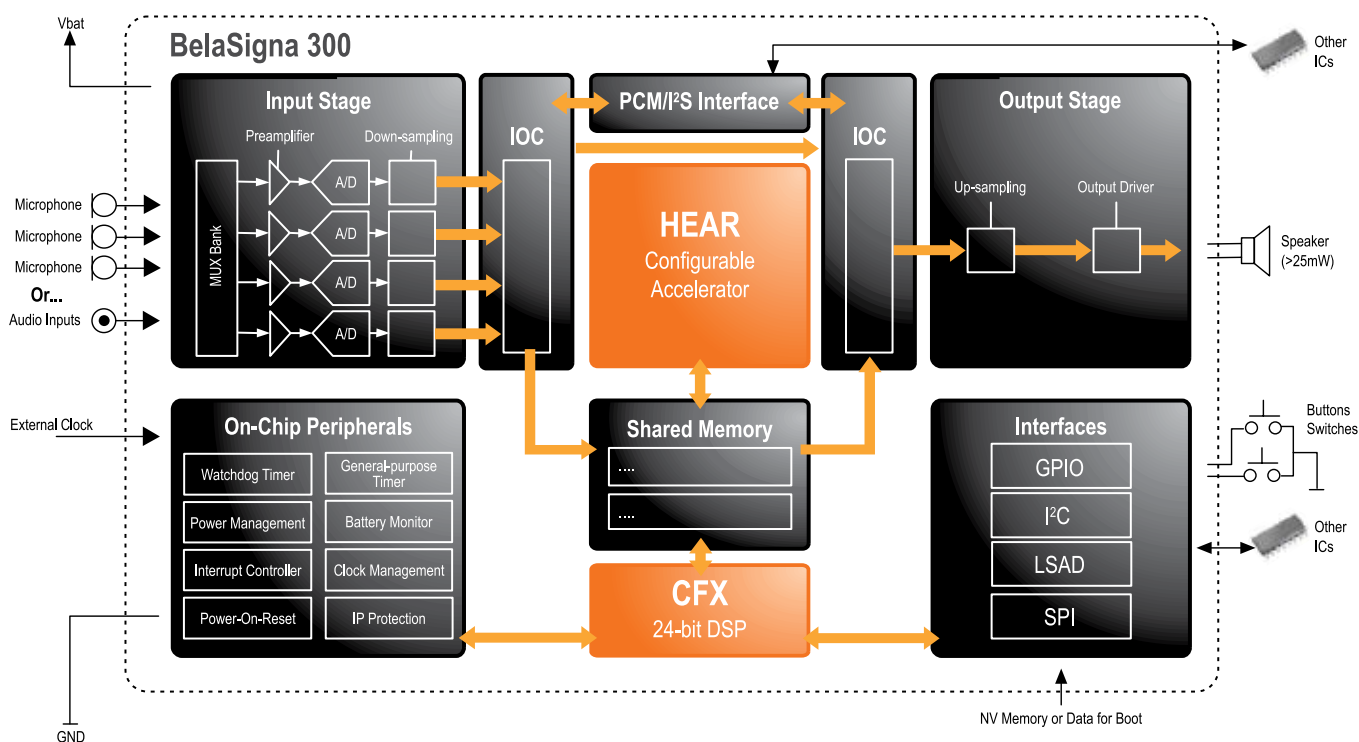


Рис. 2. Блок-схема BelaSigna 300

ют 8 К слов для памяти данных и 12 К слов памяти программ.

Для определенности детально рассмотрим BelaSigna 300 — главного представителя этого семейства. BelaSigna 300 по своему строению похож на Ezairo 5900, но обладает большей производительностью, вследствие чего может решать более сложные задачи обработки аудиосигналов. Блок-схема процессора показана на рис. 2.

Основные особенности BelaSigna 300:

- 24-битное DSP-ядро;
- Низкое энергопотребление: 1...10 мА;
- Динамический диапазон 88 дБ с возможностью расширения до 110 дБ;
- Частота дискретизации от 8 до 60 кГц;
- Четыре независимых аудио-входа;
- I<sup>2</sup>C-интерфейс для отладочных целей и прочей коммуникации;
- Конфигурируемый PCM-интерфейс для ввода/вывода аудио сигналов;
- UART, SPI и пять GPIO линий;
- 2 обычных и один сторожевой таймер;
- Высококачественные выходные каскады с ШИМ-усилителями класса D;

- Максимальный ток нагрузки 25 мА;

- Поддержка адаптивных алгоритмов обработки звука с чрезвычайно низкой групповой задержкой;

- 128-битное AES-шифрование для защиты программного обеспечения и данных пользователя от несанкционированного доступа;

- Тактовая частота процессора не более 40 МГц;

- Размер корпуса 3,63x2,68x0,92 мм.

В этом процессоре контроллер входных и выходных сигналов (ИОС) построен на основе контроллера прямого доступа к памяти, который берет на себя задачи по пересылке данных без использования ядра DSP.

По сравнению с Ezairo 5900 BelaSigna 300 работает на значительно большей тактовой частоте, с большей частотой дискретизации сигнала и соответственно большим энергопотреблением.

Для обмена данными между 24-разрядным DSP-процессором CFX и ускорителем HEAR предусмотрена двухпортовая память размером 4864x48 бит.

### Tocatta Plus

Tocatta Plus является еще одним решением для использования в цифровых слуховых аппаратах. Оно вы-

глядит явно более облегченным по сравнению с Ezairo 5900, зато обладает меньшим энергопотреблением. Блок-схема процессоров семейства Tocatta Plus показана на рис. 3.

Основные характеристики процессора Tocatta Plus:

- Потребляемый ток: 400 мкА на опорной частоте 1,28 МГц;

- Напряжение питания 1,2 В;

- 16-битное DSP-ядро;

- Частота ядра 1,28 МГц, 1,92 МГц и 2,56 МГц;

- WOLA-сопроцессор, представляющий собой банк фильтров, работающих в частотной области на основе БПФ с использованием алгоритма на основе взвешивания с перекрытием и добавлением. Производительность блока составляет 5 MIPS/МГц;

- 8 К слов памяти RAM для хранения данных и 12 К слов RAM для хранения программ;

- Двухканальный 16-разрядный АЦП/ЦАП с встроенными усилителями, аттенюаторами и фильтрами;

- Программируемые частоты дискретизации до 40 кГц;

- Несколько цифровых интерфейсов включая GPIO, SPI и отладочный порт;

- Несколько низкоскоростных аналоговых входов (10 бит АЦП, при номинальной частоте дискретизации 1,6 кГц);

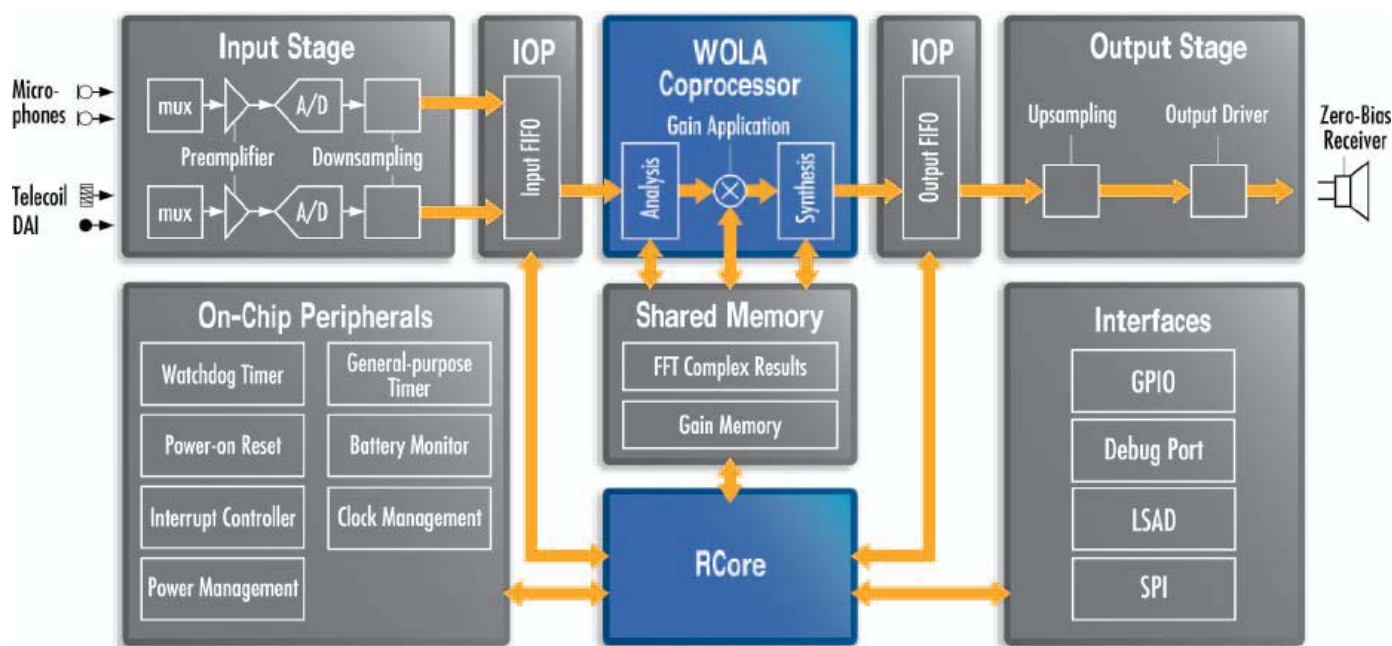


Рис. 3. Блок-схема Tocatta Plus

• Имеется возможность подключения внешних потенциометров и переключателей.

RCore представляет собой 16-битный DSP-процессор, способный выполнять одну операцию MAC за один такт. Разрядность аккумулятора 40 бит. Два модуля генерации адресов (AGU) и модуль управления исполнением программ формируют центральный вычислительный модуль. Взаимодействие с WOLA-сопроцессором осуществляется через разделяемую двухпортовую память, которая обеспечивает одновременный доступ к данным с двух сторон.

IOС-контроллер, так же, как и в рассмотренных выше процессорах, построен на основе контроллера прямого доступа к памяти, что позволяет осуществлять пересылку данных без вмешательства центрального процессора. Реализованные в контроллере схемы индексной адресации позволяют максимизировать эффективность пересылок данных и упростить разработку программ. Может работать в моно- и стереорежиме.

Для своего размера Tocatta Plus имеет достаточно богатый набор внешних интерфейсов, включая параллельный, последовательный, синхронный, асинхронный интерфейсы. Процессор имеет 16 линий

общего назначения (GPIO) и поддерживает до 6 низкоскоростных аналоговых входов.

#### Orela 4500

Orela 4500 представляет собой еще одну разновидность процессоров для слуховых аппаратов. Отличительная особенность этого процессора – в наличии встроенного EEPROM размером 256 кбит, а также отладочного порта TWSS, который совместим с интерфейсом I<sup>2</sup>C и может использоваться для целей логгирования в реальном времени. Блок-схема процессора показана на рис. 4.

Основные характеристики процессора Orela 4500:

- Частоты ядра 1,28 МГц, 1,92 МГц и 2,56 МГц, 3,84 МГц, 5,12 МГц;
- Высококачественные аудиоинтерфейсы : динамический диапазон 87 дБ с очень малым уровнем собственного шума;
- Низкое энергопотребление: 950 мкА на частоте 5,12 МГц;
- Низкая групповая задержка сигнала: менее 4 мсек;
- Встроенная память EEPROM 256 кбит;
- Поддержка механизмов защиты от неавторизованного доступа к программе и данным;
- Входы для основного и направленного микрофонов, пре-

образователя магнитного поля в электрический ток и аудио;

- Средства управления питанием для экономии электроэнергии;
- Размер корпуса 5,98x3,46x1,65 мм.

Orela 4500, так же, как и Tocatta Plus, использует 16-битное DSP-ядро RCore и WOLA-сопроцессор. Порт TWSS работает на скоростях до 400 кбит/сек при частоте опорного генератора равной или выше 1,92 МГц.

Выходной каскад, так же, как и у остальных процессоров AMI, имеет встроенный экспандер частоты, фильтры, ЦАП, аттенюаторы.

Отладочный порт используется для загрузки образа программ и взаимодействия с отладочными средствами. Работает на скоростях до 115,2 кбит/сек.

#### DSP-ядра RCore и CFX

DSP-ядра RCore и CFX используются в процессорах AMI как основной вычислительный элемент. По архитектуре и системе команд они похожи на DSP-процессоры **Freescalе** серии **DSP563xx**, выпускающиеся уже много лет. Их отличительной особенностью является разделение памяти данных на два типа X и Y. Соответственно инструкции позволяют за один такт извлекать по

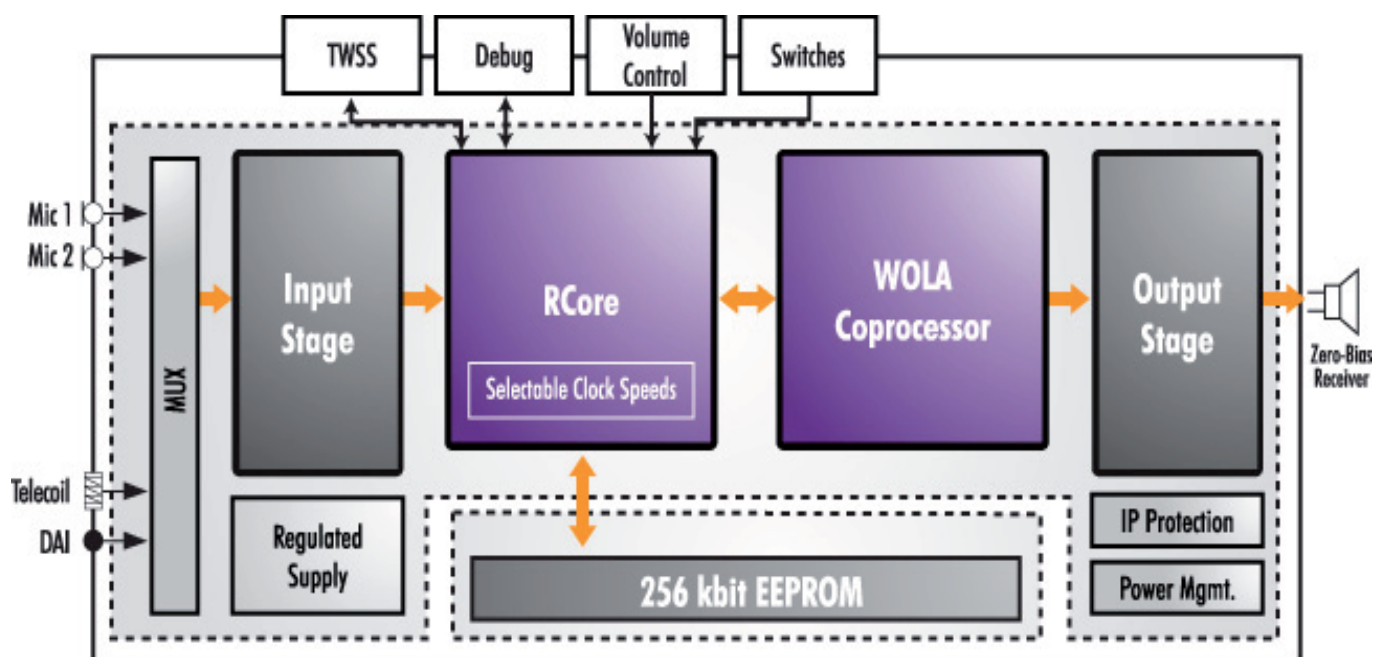


Рис. 4. Блок-схема Orela 4500

одному операнду из каждого типа памяти данных и выполнять операции над ними. Набор инструкций содержит базовые операции для комплексной арифметики и обработки стереосигналов. Способность обрабатывать данные с 24-битной точностью является несомненным преимуществом ядра CFX, позволяющим сохранять линейность аудиотракта в большом диапазоне амплитуд. Человеческое ухо является очень чувствительным органом, поэтому эффекты, связанные с конечной разрядностью при обработке с 16-битной точностью будут прослушиваться хорошо. Большая разрядность также положительно влияет на точность и скорость сходимости адаптивных алгоритмов.

### EDK – средства разработки для процессоров АМІ

Компания АМІ предлагает EDK (Evaluation Development Kit) – полностью законченное решение для создания и отладки программного обеспечения под свои процессоры. EDK включает в себя:

- Макетную плату;
- Кабель RS-232;
- Адаптер сетевого питания (100...240 В, 9 В, 1,1 А);
- Программное обеспечение EDK;
- Конфигуратор EEPROM;
- Системные библиотеки;
- Примеры программ;
- Набор документации с интегрированными возможностями для динамического поиска информации.

Программное обеспечение EDK включает в себя продвинутый текстовый редактор с возможностью подсказок, конфигуратор проектов, консоль для вывода информации о сборке проекта и т.д. Также поддерживается отладчик со стандартными возможностями по пошаговому исполнению, установкой точек останова, просмотра переменных и пр.

Автору не удалось поработать с EDK, но, судя по всему, она основана на платформе Eclipse. Eclipse написана на языке JAVA и уже получила широкое распространение как универсальная кросс-платформенная среда раз-

работки. Удобный и гибкий интерфейс Eclipse позволяет настраивать рабочую область на свой вкус. Основная идея Eclipse состоит в избавлении разработчика от необходимости заново осваивать среду разработки при переходе от одной платформы к другой. К недостаткам Eclipse можно отнести повышенные требования к производительности рабочей станции. Остается также неясным, имеется ли в EDK генератор make-файлов для автоматической сборки проекта. Скорее всего применение готовой платформы Eclipse продиктовано желанием удешевить стоимость комплекта и сэкономить на разработке своей собственной среды.

Еще один интересный компонент СТК (Communication Toolkit) – представляет собой набор средств для разработки приложений для общения с устройствами на базе процессоров АМІ с управляющего компьютера. СТК предлагает набор низко- и высокоуровневых интерфейсов на языках .Net, C++, Visual Basic и Python, а также интерфейс для встраивания в приложения, поддерживающие COM-интерфейс (например LabView). СТК включает примеры кода, документацию и полную поддержку для разработки скриптов на Python.

**CAA (Communication Accelerator Adaptor)** – компонент для высокоскоростного обмена данными через USB-I<sup>2</sup>C интерфейс.

**WOLA Toolbox** – позволяет разрабатывать и сравнивать алгоритмы обработки сигналов для систем на базе DSP-процессоров АМІ путем симуляции работы WOLA-фильтров перед реализацией в реальном масштабе времени. Инструмент состоит из библиотеки с интерфейсами для подключения к моделям, написанным в среде Matlab или на языке С. Библиотека может быть подключена к моделям, написанным на C/C++, VisualBasic, Python.

В составе EDK есть еще SignaKlara Blockset – библиотека блоков для быстрой разработки алгоритмов цифровой обработки сигнала в среде Simulink.

Несколько слов о компиляторе языка С для процессоров АМІ. Разработка эффективного компилятора языка С для DSP всегда была делом сложным. Существующие модификации гарвардской архитектуры DSP тяжелы и неудобны для компиляторов. В процессорах АМІ дело осложняется еще и очень небольшим размером доступной памяти, поэтому задача генерации компактного и эффективного кода является первостепенной. Компания АМІ нашла свой компромиссный вариант решения этой проблемы.

Компания расширила стандартный язык С в сторону упрощения интерфейса с частями программного кода, написанными на ассемблере.

Например, в текст С программы можно вставить такие строки ASM-кода:

```
/$
CLB A // Нормализация A
SHFT A
$/
```

Компилятор просто вставит ассемблерные инструкции между спецификаторами `/$` и `$/` в код. Для реализации С-функции на ассемблере используется следующий синтаксис:

```
int func(register int a,
register XMEM int *xp)
{
register YMEM int *yp;
register int r @ REG_AH;
/$
// Assembler using @a, @
xp, @yp, @r
...
$/
return r;
}
```

В этом коде спецификатор `register` дает указание компилятору хранить указатель `yp` в регистре процессора. Спецификатор `YMEM` определяет тип памяти, на которую указывает `yp`. `@REG_AH` указывает, что переменную `r` надо положить в конкретный регистр `AH`.

Так как EDK не содержит симулятора процессора, такую «ассемблерную оптимизацию» можно делать только с использованием макетной платы.

Обобщая написанное, можно сказать, что АМІ предлагает для

разработчиков уникальные процессоры для обработки аудиосигналов, представляющие собой законченные и полнофункциональные системы, сочетающие в себе очень маленькие размеры, низкое энергопотребление и относительно высокую производительность. Они явно нацелены на нишевый сегмент рынка малогабаритных аудиоустройств. Однако область применения данных процессоров может выходить за рамки рынка бытовой и медицинской электроники. Процессоры могут найти свое применение в специализированных средствах связи, например, в интеллектуальных детекторах голосовой активности, в голосовых шифраторах для связи в условиях повышенного уровня шума и т.д..

Предлагаемые средства разработки позволяют эффективно моделировать и прототипировать алгоритмы цифровой обработки сигналов.

### Литература

1. Ultra-Low-Power Application Development with RCore C and Assembler Alan Rooks, Etienne Cornu. [www.amis.com](http://www.amis.com)

2. An Ultra Low-Power WOLA Filterbank Implementation in Deep Submicron Technology. P. Balsiger, Ch. Calame, A. Drollinger, [www.amis.com](http://www.amis.com)

3. Evaluation and Development Kit (EDK), Development tools for AMIS DSP-based hearing and audio products [www.amis.com](http://www.amis.com)

4. BelaSigna 200/250/300, Orela 4500, Toccata Plus, Ezairo 5900 dataheets [www.amis.com](http://www.amis.com).

Ответственный за направление в КОМПЭЛе – Валерий Куликов

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: [mcu.vesti@compel.ru](mailto:mcu.vesti@compel.ru)



ON Semiconductor

### Новые импульсные стабилизаторы

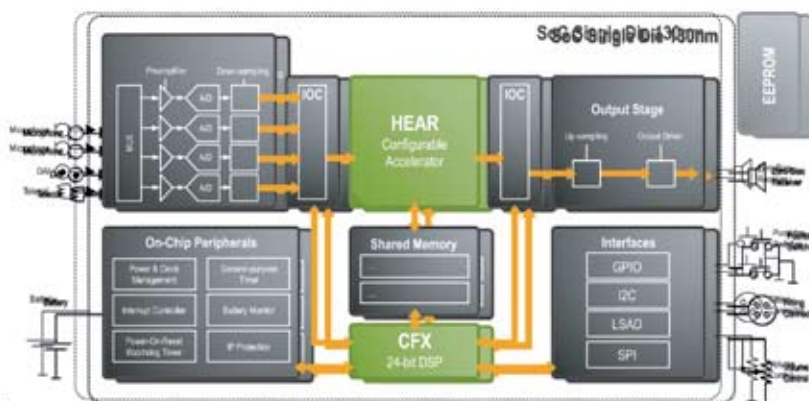
Компания ON Semiconductor разработала два новых импульсных стабилизатора для упрощения конструкции встраиваемых источников питания в приложениях с высокой плотностью мощности. Новый уровень интеграции, позволяет заменить DC/DC-модули на встраиваемые узлы для снижения стоимости при увеличении плотности мощности. Микросхемы NCP3101 и NCP3102 являются интегральными импульсными регуляторами, отвечающими все возрастающим требованиям отрасли на эффективные конструкции с высокой плотностью мощности. NCP3102 – синхронный импульсный стабилизатор с током 10 А. NCP3101 – 6 А синхронный импульсный стабилизатор.

## Ezairo 5900 – DSP для аудиоприложений



ON Semiconductor

- 24-битное DSP-ядро с ускорителем
- динамический аудиодиапазон 85 дБ (расширяемый до 110)
- полоса частот 16 кГц
- 4 аудиовхода
- сверхнизкое потребление < 1 мА



КОМПЭЛ  
[www.compel.ru](http://www.compel.ru)