

## **Технология разработки микросхемы класса система на кристалле для декодирования цифрового телевизионного сигнала высокой четкости.**

Шевченко Павел Александрович, начальник сектора,  
Шкуренко Антон Владимирович, старший инженер,  
ЗАО Научно-технический центр «Модуль»

*Современное развитие цифровых телевизионных технологий требует поддержки в виде высокопроизводительной элементной базы. Микросхемы, составляющие основу подобных устройств должны быть достаточно мощными, чтобы поддерживать современные стандарты обработки данных и достаточно простыми в проектировании и производстве, чтобы составлять основу потребительских устройств средней ценовой категории. Система на кристалле декодера цифрового телевизионного сигнала высокой четкости, разрабатываемая в ЗАО НТЦ «Модуль», использует, как опыт крупнейших зарубежных компаний, лидеров отрасли, так и разработки отечественных специалистов для создания устройства, отвечающего запросам российского рынка цифровой телевизионной техники.*

### **Цифровое телевидение в России.**

Важным этапом развития современного телевидения является переход к новым, цифровым форматам вещания.

Согласно концепции развития цифрового телевидения в РФ к концу 2009 года принимать программы в новом цифровом формате вещания сможет не менее 80% общего населения России, для чего, по приблизительным расчетам, потребуется, порядка, 30 млн. цифровых телевизионных приставок. Ожидается значительный рост доли программ в формате телевидения высокой четкости (HDTV). Для окончательного перехода к цифровому телевизионному вещанию потребуется не менее 45 млн. приставок.

### **Необходимые алгоритмы обработки телевизионного сигнала.**

Функциональный состав современных устройств приема цифрового ТВ весьма разнообразен. Не менее разнообразен и набор задач, исполнение которых должно обеспечиваться устройством приема цифрового телевизионного сигнала, а, соответственно, и системой на кристалле лежащей в основе этого устройства.

Задачи, которые должна решать система, включают: прием и декодирование транспортного и программного потоков данных, декодирование и обработку аудио и видео потоков, дескремблирование данных для обеспечения ограничения доступа к коммерческой информации. Работа современной цифровой телевизионной приставки невозможна без использования операционной системы реального времени и удобного пользовательского интерфейса.

Функцией устройств на основе СнК может быть не только прием сигнала по телевизионным сетям наземного вещания, но также спутниковым, кабельным и IP сетям. Также, возможно накопление информации на HDD, воспроизведение информации с HDD или Blu ray дисков, работа с системами условного доступа, выполнение различных дополнительных пользовательских функций и поддержка мультимедийных сервисов.

На данном этапе разработки поддерживаются следующие алгоритмы кодирования видео: MPEG2, H.264, VC-1. Вместе с этим, поддерживается возможность масштабирования и фильтрации видео изображения, а, также, преобразования форматов в реальном времени, что является крайне актуальным для обладателей телевизоров с большой диагональю или высокой разрешающей способностью (HD Ready и Full HD).

СнК поддерживает как стандартные алгоритмы кодирования аудио, имеющие широкое применение в домашних и переносных устройствах, такие как MPEG1/2 Layer I, II, MPEG1 Layer III (MP3) и MPEG4 AAC LC, так и новейшие алгоритмы обработки многоканального аудио: Dolby Digital / Dolby Digital + и DTS / DTS HD, используемые в домашних кинотеатрах и технике Hi-end класса.

### **Реализация алгоритмов в системе приема телевизионного сигнала.**

Разработка микросхем уровня системы на кристалле – это процесс далеко не мгновенный и, зачастую, оказывается достаточно сложно с точностью спрогнозировать какие пользовательские функции будут пользоваться спросом к моменту появления микросхемы и устройств на ее основе на рынке. Телекоммуникационные стандарты постоянно развиваются, крайне важно осуществлять своевременную поддержку изменений.

Быстро решить задачи модификации функционального состава устройства можно только, если эти задачи решаются на программном уровне. Тогда, новые свойства могут быть получены изменением программного кода устройства, даже тогда, когда устройство уже находится в использовании.

Говоря о методах реализации алгоритмов, нужно подчеркнуть, что используются как, непосредственно, ядро центрального процессора, так и сопроцессорные вычислительные устройства собственной разработки. Задачи обработки и декодирования аудиосигналов, работа операционной системы реального времени, включая управление различными периферийными устройствами и поддержку пользовательского интерфейса, выполняются непосредственно на ядре ЦП. Основные вычисления, связанные с декодированием и обработкой видеосигналов, производятся сопроцессорными устройствами.

### **Система для приема ЦТВ.**

Основой устройства является микросхема класса “система на кристалле”, обеспечивающая исполнение большинства функций устройства приемника. В силу высокой стоимости разработки подобных микросхем, имеет смысл выпуск микросхем одного типа с максимальным разнообразием поддерживаемых функций, нежели разработка различных типов кристаллов для разных приложений. Разнообразие модификаций конечных устройств достигается, в таком случае, на этапе разработки самих устройств, обеспечивая оптимальный вариант по соотношению цены и качества для различных категорий пользователей.

### **Система на кристалле.**

В основе системы на кристалле декодирования и обработки аудио и видео информации для устройств цифрового телевидения лежит центральный процессор

ARM1176JZF-S. Обмен данными в системе осуществляется по шинам данных в соответствии со спецификацией AMBA 3.0.

Основными преимуществами ядра ARM1176JZF-S являются: использование новой, более производительной архитектуры версии v6, наличие интегрированных в ядро кэшей команд и данных и сверхоперативной памяти команд и данных TCM (Tight Coupled Memory), поддержка новейшего формата шины – AMBA 3.0 AXI, наличие сопроцессора для работы с данными в формате с плавающей точкой.

Обилие шин позволяет решить проблему обеспечения необходимой пропускной способности системы.

Взаимодействие между отдельными устройствами системы обеспечивается настраиваемой матрицей коммутации (interconnect matrix unit). Матрица коммутации осуществляет возможность одновременной передачи данных от нескольких источников к нескольким приемникам. В том числе, используется пакетный режим передачи данных и возможность одновременной передачи нескольких пакетов данных с чередованием данных из разных пакетов от разных источников.

Многоканальный контроллер прямого доступа в память (DMAC) обеспечивает загрузку данных в требуемые области памяти. Система использует иерархическую многоуровневую систему памяти для максимальной загрузки данными всех вычислительных устройств системы.

Декодирование видео сигнала, самая требовательная к производительности вычислительного устройства задача, выполняется специализированным блоком (DSP/ASSP) собственной разработки.

Система содержит демультимплексор транспортного потока TS, осуществляющего разбор транспортного потока от нескольких источников и интегрированный в него блок системы условного доступа, поддерживающий основные алгоритмы. Возможно подключение внешних модулей условного доступа по интерфейсу PC Card/DVB-CI и работа со смарт-картами.

Многочисленные коммуникационные интерфейсы и интерфейсы вывода аудио и видео данных обеспечивают возможность построения на базе описываемой микросхемы линейки устройств с различными потребительскими свойствами используя, при этом, минимальное количество дополнительных микросхем.

Система на кристалле построена на основе готовых функциональных блоков. Такой подход обеспечивает возможность максимальной унификации системы и значительно упрощает адаптацию необходимого программного обеспечения. Собственно говоря, большая часть программного обеспечения для процессоров ARM из имеющегося на рынке, может исполняться системой без внесения каких-либо изменений, либо с минимальной адаптацией.

Большинство лицензируемых IP блоков, входящих в состав системы на кристалле, предоставляется компанией Fujitsu.

Трассировка и отладка микросхемы существенно упрощена благодаря использованию технологии CoreSight фирмы ARM. Отладочная программа может получить доступ к внутренним ресурсам процессора через TAP контроллер.

Микросхема декодера HDTV обеспечивает многоуровневую систему защиты информации от несанкционированного доступа. В числе таких систем: поддержка защищенного режима работы с внешней памятью, поддержка систем условного доступа как внутри микросхемы, так и внешних, по интерфейсу DVB-CI, поддержка шифрования видео данных, выдаваемых по интерфейсу HDMI, наличие у каждой микросхемы уникального номера.

#### **Блок декодирования видео сигналов.**

Основным вычислительным блоком микросхемы декодера цифрового телевизионного сигнала высокой четкости, помимо процессора ARM, является блок декодирования видео сигналов. Устройство предназначено для обработки потоков видео данных и представляет собой набор устройств цифровой обработки сигналов построенных на основе технологии NeuroMatrix. Эта технология разработана в ЗАО НТЦ «Модуль» и уже опробована в нескольких поколениях цифровых сигнальных процессоров NeuroMatrix. Отличительной особенностью устройств является возможность выполнения матричных операций над матрицами и векторами данных с переменной разрядностью операндов. Вычислительные блоки осуществляют обработку потока данных, управление вычислениями, при этом, производится основным системным процессором ARM1176JZF-S. Устройство имеет собственную подсистему памяти для хранения промежуточных результатов декодирования и набор векторных регистров. Блок декодирования видео содержит интерфейсы согласно спецификации AMBA 3.0 AXI и, соответственно, может быть использован в любой системе на основе процессоров ARM.

#### **Характеристики микросхемы.**

Главными существенными отличиями описываемой СБИС разработки ЗАО НТЦ «Модуль» от существующих на рынке аналогов являются: программная поддержка всех современных алгоритмов для декодирования видео высокой четкости, что является большим плюсом, учитывая современные тенденции в телекоммуникационной сфере, обеспечивает поддержку всех необходимых современных стандартов и простоту модификации в будущем. Также к преимуществам относится масштабируемая архитектура, законченное программно-аппаратное решение готовое к применению, сохранившее при высокой производительности компактность и низкую стоимость.

Характеристики микросхемы вполне могут позволить ей занять достойное место на отечественном рынке, в различных областях применения, от цифровых телевизионных приставок бюджетного уровня до многофункциональных мультимедийных центров.

### **Technology of development HDTV decoder system on chip.**

The current level of digital television technologies requires high-performance ASICs. Such devices must be smart enough to support the modern standards and simple enough in design and manufacture to be the base of the middle class user devices. RC “Module” designs the system-on-chip for the HDTV receiver, using both the experience of the leading foreign companies and Russian engineers’ development. This basis allows to create the device that meets the requirements of Russian market of digital television technology.

Опубликовано в Материалах конференции IX Международного форума «Высокие технологии XXI века», Москва, 2008, с. 686-689.