

## ADZS-BF548 EZ-KIT Lite: комфортная разработка

Сигнальные процессоры в настоящее время достигли той степени интеграции, что представляют, по сути, мощные процессоры для встроенных приложений, включающие, как и прежде, аппаратную поддержку высокоэффективной цифровой обработки сигналов. Вследствие этого представленная в конце 2007 года фирмой Analog Devices оценочная плата ADZS-BF548 EZ-KIT Lite выглядит как настоящий мультимедийный компьютер (рис. 1).

Андрей САВИЧЕВ  
andrey.savichev@eltech.spb.ru

Установка 4,3-дюймового TFT WQVGA (480×272×24 бит) RGB LCD, а также 2,5-дюймового 40-гигабайтного жесткого диска не будет излишней, поскольку новый сигнальный процессор ADSP-BF548 содержит встроенные видеоакселератор и контроллеры ATAPI.

Кроме уже привычных для сигнальных процессоров семейства Blackfin встроенных контроллеров SPI, CAN, UART, SPORT, EPPI и Ethernet появились также новые, поддерживающие такие популярные стандарты как USB OTG, SD IO, Host DMA. Устройство интерфейсов внешней шины позволяет подключать такие распространенные на сегодняшний день устройства хранения данных, как NAND Flash и Burst Flash.

Через USB можно подключать к плате и любые виды USB Flash Drive. Среди устройств, которые могут быть использованы для ввода информации, кроме распространенных USB-устройств (клавиатура, мышь), отметим встроенный в процессор контроллер клавиатуры с установленной на плате 4×4 матрицей, touchscreen-контроллер AD7877 и поворотный потенциометр с встроенным в ADSP-BF548 кодером вращения. Последний позволяет использовать привычный в аналоговых приборах способ задания параметров с по-

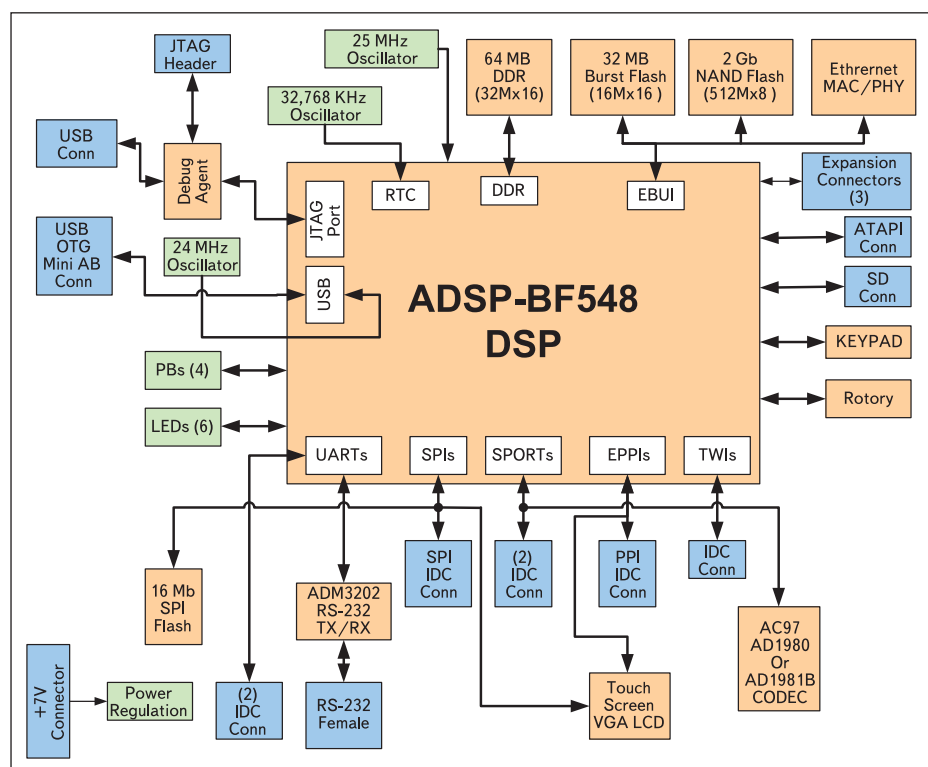


Рис. 2. Архитектура ADSP-BF548 EZ-KIT Lite

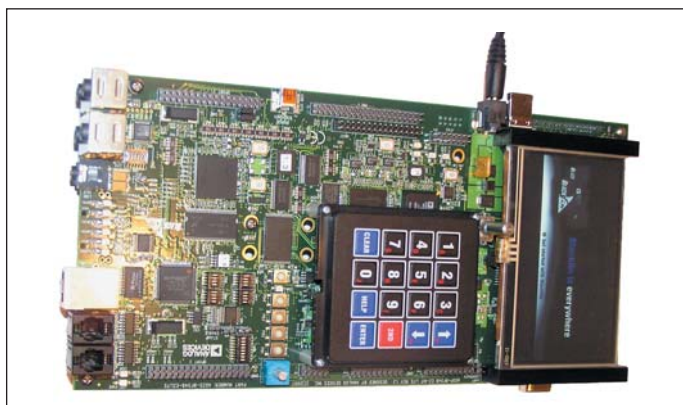


Рис. 1. Внешний вид оценочной платы ADZS-BF548 EZ-KIT Lite с лицевой стороны

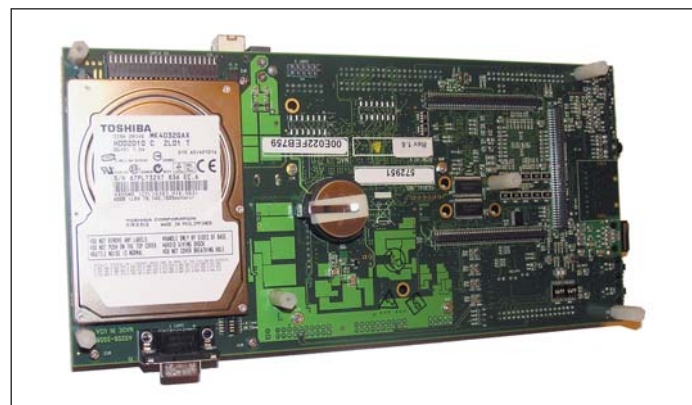


Рис. 3. Вид оценочной платы ADZS-BF548 EZ-KIT Lite с обратной стороны



Рис. 4. Аксессуары для платы

мощью потенциометра. При этом нег необходимости использовать АЦП.

На рис. 2 представлена архитектура ADSP-BF548 EZ-KIT Lite.

Внутренняя память объемом до 324 кбайт организована как сегментированная и может быть сконфигурирована привычным для пользователей процессоров Blackfin образом. Но есть также новшества, связанные с технологией защиты данных и кода Lockbox (в небольшой обзорной статье мы не сможем уделить этому должного внимания).

Внешняя память представляет собой динамическую память с синхронным доступом (DDR) емкостью 64 Мбайт (8×16 разрядов×4 банка). Такое разнообразие интерфейсов и наличие памяти достаточно большой емкости наводит на мысли об использовании операционных систем, обычно устанавливаемых на мобильных устройствах. И действительно, при желании несложно найти в Интернете портированные для процессора ADSP-BF548 операционные системы. Этому вопросу мы

коснемся чуть позже, а пока лишь отметим, что поскольку данная плата оценочная, операционная система на ее жестком диске производителем не устанавливается.

При включении питания вы видите на экране цветного LCD всего лишь стартовый тест. Но разработчику доступны исходные тексты этого теста, а также драйверов, поддерживающих все аппаратные возможности сигнального процессора ADSP-BF548 и оценочной платы. Они находятся на CD, входящем в комплект поставки.

На обратной стороне платы (рис. 3) имеются знакомые многим разработчикам разъемы EXPANSION INTERFACE. Однако прежде чем принимать решение о расширении возможностей оценочной платы, необходимо ознакомиться с ее электрическими принципиальными схемами [1]. Также необходимо обратить внимание на конструктивные особенности данной платы.

Особо отметим аксессуары для платы (рис. 4). Здесь, разумеется, представлены далеко не все

кабели и устройства, которые поставляются вместе с платой. Обращайте, пожалуйста, внимание на комплектность поставки.

От разнообразия того, что вы получаете вместе с платой в большой красивой коробке, просто голова идет кругом. В документации, к счастью, есть не только все необходимые схемы и описания, но также и схема расположения соединителей на печатной плате (рис. 5).

Давайте сделаем несколько первых шагов для более подробного ознакомления с возможностями нового процессора и оценочной платы на его основе. Начнем, пожалуй, с видеоакселератора — самого зримого отличия данного продукта от «классики жанра» семейства Blackfin.

## Видеоакселератор

Как и в случае с универсальными процессорами, у разработчиков сигнальных процессоров Blackfin возникла необходимость «разгрузить» основные блоки вычислений от «рутинных» операций, используемых при отображении видеоинформации. Сразу оговоримся, что цели достичь возможностей современных видеопроцессоров персональных компьютеров не было.

Поэтому усилия разработчиков ADSP-BF548 сосредоточились на ограниченном круге задач отображения графической информации. Типичная из них — выделить некоторую деталь на изображении объекта (это может быть объект охраны, контролируемый узел промышленного оборудования или деталь на панели виртуального прибора). Такое выделение осуществляется при помощи маски на полупрозрачном экране (с регулируемой прозрачностью).

Результат совмещения исходного изображения (MAIN IMAGE) и накладываемого изображения — маски (OVERLAY IMAGE) нужно размещать в видеопамати для отображе-

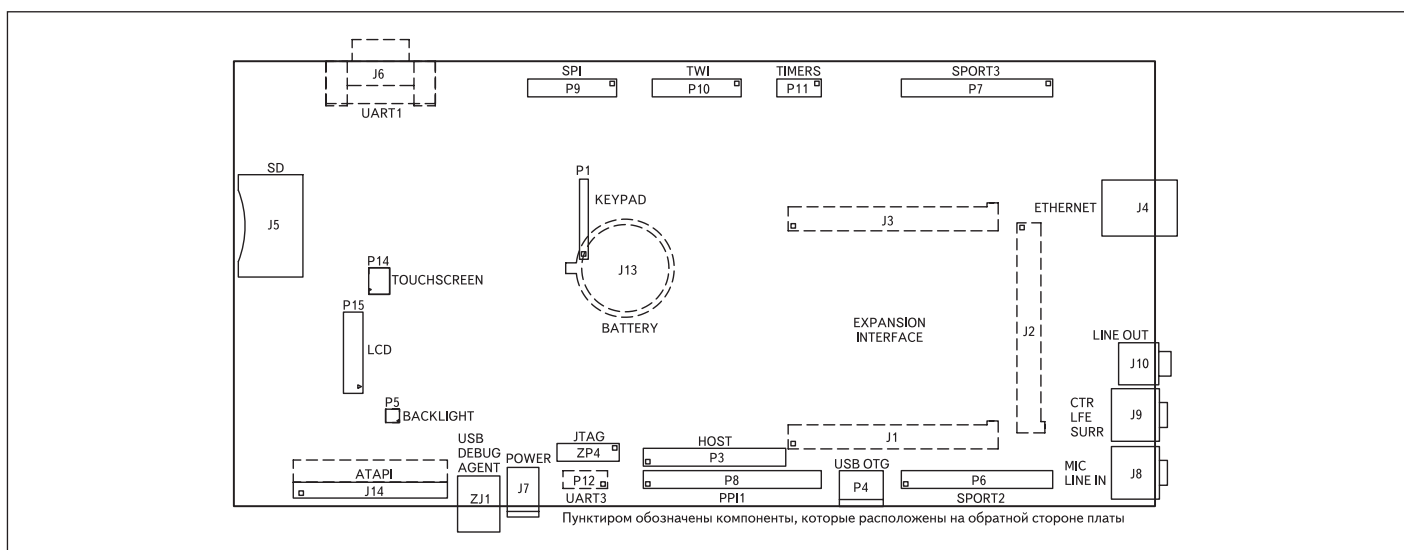


Рис. 5. Расположение разъемов на плате ADSP-BF548 EZ-KIT Lite

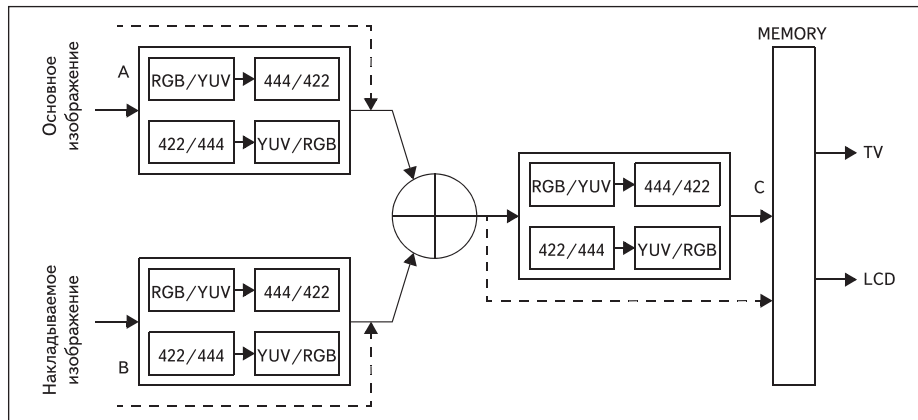


Рис. 6. Функциональная диаграмма работы видеоакселератора

ния в одном из стандартных форматов, пригодных для вывода на дисплеи различных типов (рис. 6).

Другой типичной задачей цифровой обработки двумерных графических изображений является их оконтуривание и раскрашивание, например, опознанных объектов (в задачах распознавания графических образов). Для выделения на результирующем изображении контуров и выделения цветом (текстурой, полупрозрачностью) может эффективно использоваться устройство, построенное по той же функциональной схеме (рис. 6).

Таким образом, при ограниченном количестве операций видеоакселератора наложения, преобразования цветов и форматов для хранения видеоданных можно достичь весьма существенной экономии вычислительных ресурсов процессора семейства Blackfin.

Все изменения в памяти производятся с помощью трех выделенных для этих целей контроллеров DMA. Акселератор работает с ви-

Таблица 2. Регистры видеоакселератора

Наименование регистра	Разрядность, бит	Назначение	Адрес
PIXC_INTRSTAT	16	регистр статуса прерывания PIXC	0xFFC0443C
PIXC_CTL	16	регистр управления PIXC	0xFFC04400
PIXC_PPL	16	выбор пиксельного разрешения строки	0xFFC04404
PIXC_LPF	16	выбор количества линий в кадре	0xFFC04408
PIXC_RYCON	16	выбор коэффициента R/Y для матрицы преобразования цветов	0xFFC04440
PIXC_GUCON	32	выбор коэффициента G/U для матрицы преобразования цветов	0xFFC04444
PIXC_BVCON	32	выбор коэффициента B/V для матрицы преобразования цветов	0xFFC04448
PIXC_GCBIAS	32	выбор величины смещения для матрицы преобразования цветов	0xFFC0444C
PIXC_TC	32	выбор значений весовых коэффициентов для альфа-сопряжения	0xFFC04450
PIXC_xHSTART	16	начальные горизонтальные координаты для областей наложения полупрозрачных масок A и B	0xFFC0440C 0xFFC04420
PIXC_xHEND	16	конечные горизонтальные координаты для областей наложения полупрозрачных масок A и B	0xFFC04410 0xFFC04424
PIXC_xVSTART	16	начальные вертикальные координаты для областей наложения полупрозрачных масок для A и B	0xFFC04414 0xFFC04428
PIXC_xVEND	16	конечные вертикальные координаты для областей наложения полупрозрачных масок для A и B	0xFFC04418 0xFFC0442C

Таблица 1. Сегменты внутренней памяти процессора ADSP-BF548

Сегменты внутренней памяти	Объем, кбайт
L1 Instruction SRAM/Cache	16
L1 Instruction SRAM	48
L1 Data SRAM/Cache	32
L1 Data SRAM	32
L1 Scratchpad SRAM	4
L1 ROM	64
L2	128

деоданными форматами RGB888 или YUV4:2:2 (4:4:4).

Контроллеры DMA обеспечивают доступ во внутреннюю память сигнального процессора в сегментах L1, L2 (табл. 1).

Видеоакселератор реализует следующие основные функции:

- альфа-сопряжение (взвешенное наложение, alpha blending);

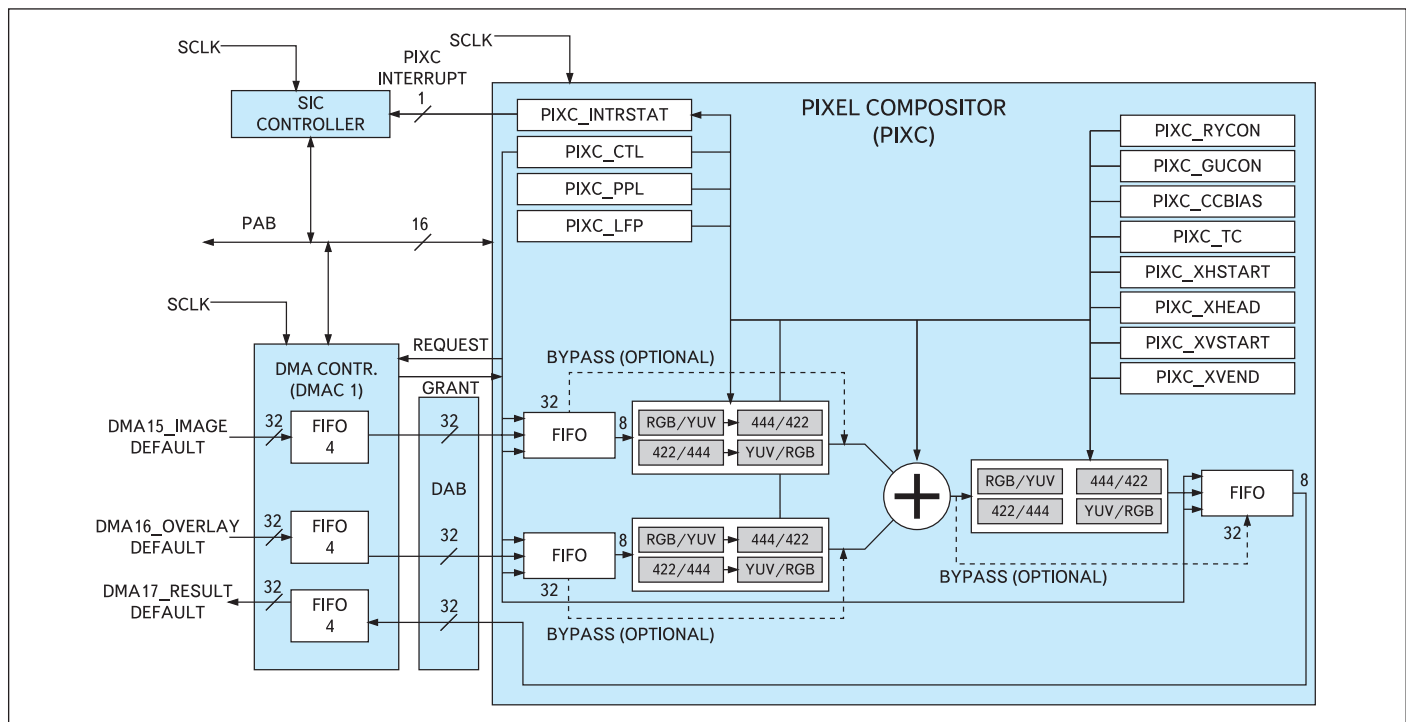


Рис. 7. Функциональная схема видеоакселератора

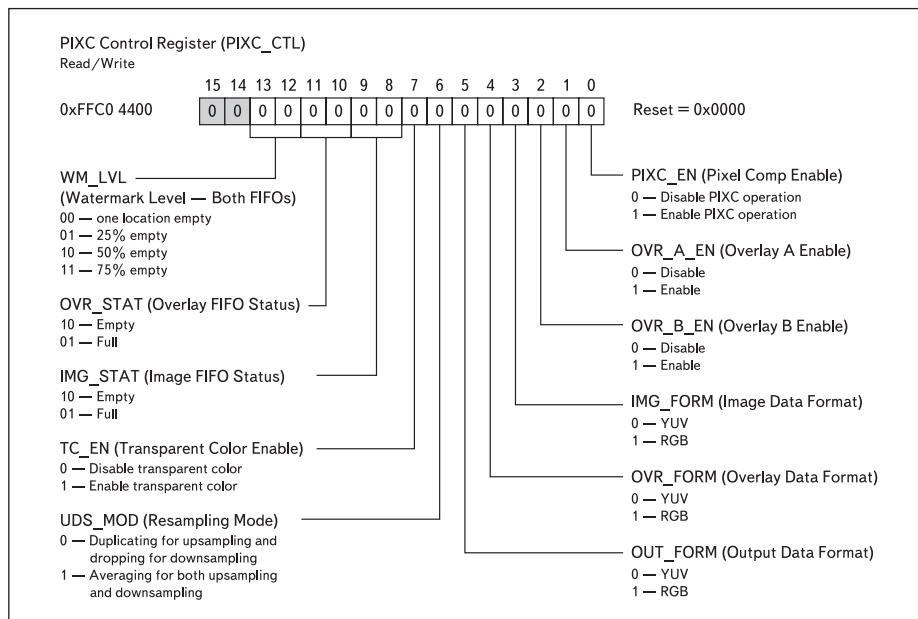


Рис. 8. Регистр управления видеоакселератором

- цветовое кодирование («хроматический ключ», chroma keying);
  - преобразование форматов данных о цвете.
- Для программиста видеоакселератор выглядит как набор регистров (табл. 2), расположенных по определенным адресам в системной памяти.

Чтобы не перегружать статью, мы приведем формат лишь одного из этих регистров — PIXC\_CTL. Обычно вся необходимая для программиста информация, описывающая битовые поля этих регистров и обозначения самих регистров, приводится в заголовочном h-файле.

Когда функции наложения разрешены, то есть комбинация OVR\_A\_EN или OVR\_B\_EN не является нулевой, результирующий отображаемый на экране пиксель имеет цвет, определяемый по формуле:

$$C = (B(\alpha+1))/16 + (A(15-\alpha))/16,$$

где A — определяет цвет пикселя на основном «образе подкладки» main image, background

image, и эти 8-битные данные располагаются в основном буфере; B — определяет цвет налагаемой полупрозрачной маски в буфере наложения overlay image, foreground image.

Значение альфа разрядностью 4 бита определяет степень прозрачности наложения. При максимальном значении 15 накладываемая маска полностью теряет прозрачность, и в результате в этой экранной области мы видим только саму маску (foreground image).

С помощью PIXC\_EN=1 необходимо разрешить работу видеоакселератора.

В следующей части статьи мы продолжим рассмотрение новых возможностей процессора ADSP-BF548 и оценочной платы ADZS-BF548 EZ-KIT Lite на его основе. ■

*Продолжение следует*

## Литература

1. ADSP-BF548 EZ-KIT Lite Evaluation System Manual. [http://www.analog.com/UploadedFiles/Associated\\_Docs/70955664ADSP\\_BF548\\_EZ\\_KIT\\_Lite\\_Manual\\_Rev\\_1\\_1.pdf](http://www.analog.com/UploadedFiles/Associated_Docs/70955664ADSP_BF548_EZ_KIT_Lite_Manual_Rev_1_1.pdf)