

ДИСПЛЕЙНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ВОЙНА СТАНДАРТОВ, КТО ПОБЕДИТ?



В.Майская

Конец прошлого столетия ознаменовался бурным расцветом видеотехнологий. Появился полностью цифровой дисплей – DLP-проектор. Предварительная обработка сигнала ЖК-дисплеев и традиционных ЭЛТ начали выполняться цифровыми схемами. Традиционные функции регулировки цветности, яркости, контрастности и других параметров видео также перешли в цифровую форму. Плоские ЖК-дисплеи начали активно завоевывать рынок. Большие надежды были связаны с внедрением телевидения высокой четкости (High Definition Television – HDTV). Размеры экранов росли, увеличивалось и их разрешение. Не было только одного – отвечающего текущим и перспективным запросам рынка цифрового видеointерфейса, из-за отсутствия которого на пути видеосигнала вставала как минимум одна пара цифроаналогового и аналого-цифрового преобразователей. И, несмотря на переход от композитного и S-Video к компонентному видео и RGB-трактам, позволившим резко улучшить качество изображения, лишние преобразования "съедали" ощутимую долю этого качества. К тому же АЦП и ЦАП работали только на "провода" между источником и дисплеем. В общем было очевидно: необходим цифровой интерфейс, отвечающий запросам HDTV, имеющий солидный запас на перспективу и допускающий реализацию более эффективных методов защиты контента, нежели те, что практиковались.

ЦИФРОВОЙ ДЕБЮТАНТ – СТАНДАРТ DVI

В 1999 году объединением DDWG (Digital Display Working Group), образованным компаниями Intel, Compaq, Fujitsu, Hewlett Packard, IBM, NEC и Silicon Image, был предложен стандарт цифрового дисплейного интерфейса DVI (Digital Video Interface), отвечающий требованиям телевидения высокой четкости и более эффективно реализующий защиту контента, нежели практиковавшиеся до этого методы. Для передачи видеоданных по DVI-стандарту используется протокол последовательного кодирования TMDS (Transition Minimized Differential Signaling – дифференциальная передача сигналов с минимизацией перепадов уровней), разработанный компанией Silicon Image. На тот момент существовали и другие методы передачи по протоколу TMDS, в том числе и OpenLDI (Open LVDS Display Interface) фирмы National Semiconductor, долгое время специализировавшейся в области LVDS (Low Voltage Differential Signaling – передача информации дифференциальными сигналами малых напряжений). Однако единственным успешно реализованным устройством, в котором был использован OpenLDI, оказался ЖКД 1600SW компании Silicon Graphics с диагональю экрана 17" (33 см), разрешением 1600×1024 пикселей, контрастностью 350:1. Не выдержал конкуренции с DVI и существовавший с 1997 года стандарт P&D (Plug and Display), предложенный Ассоциацией стандартов видеоэлектроники (Video Electronics Standards Association – VESA).

DVI предусматривает наличие четырех витых пар для передачи дифференциальных данных. Три – для передачи восьмизрядной информации о трех основных цветах: синего (канал 0), зеленого (канал 1) и красного (канал 2). Разрядность кодирования, или глубина цвета, 24 бит. Четвертая пара – для передачи сигнала тактовой частоты (канал С). Максимальная скорость передачи данных по одной паре равна 1,65 Гбит/с (всего при параллельной передаче по трем цветовым каналам – 4,95 Гбит/с). Это соответствует максимальной частоте тактового сигнала 165 МГц при передаче 10 бит за такт. При скорости потока видеоданных 165 пикселей/с, позволяющей получить разрешение 1600×1200 или 1920×1080 пикселей при частоте обновления 60 Гц, для соединения источника видеосигнала с дисплеем достаточно одной линии связи. В случае, когда не-

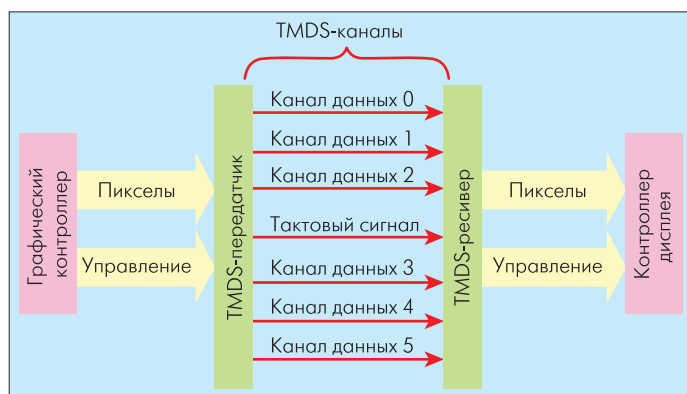


Рис. 1. При разрешении, требующем скорости передачи от 165 до 350 Мпикселей/с, необходим второй канал для параллельной передачи данных

обходим поток видеоданных в пределах от 165 до 350 Мпикселей/с (разрешение 2048×1536 пикселей), приходится использовать второй параллельный канал (рис.1). Но поскольку оба канала работают с общим тактовым сигналом, максимальная тактовая частота остается равной 165 МГц. Возможна передача сигналов меньшего разрешения при больших значениях кадровой развертки (например, 80 кГц).

Однако некоторым поставщикам микросхем, особенно тем, которые пытались интегрировать DVI-трансивер в графическую микросхему, не удавалось поддерживать скорость потока данных 165 Мпикселей/с. И, конечно, ни устройства передачи видеоданных, ни дисплеи не могли поддерживать интерфейс с двойным каналом.

Появление DVI вызвало и экономические проблемы. В ответ на поддержку компанией Intel протокола TMDS фирма Silicon Image безвозмездно лицензировала патенты на фундаментальную технологию, хотя и сохранила контроль над патентами по реализации DVI. Тем самым Silicon Image и Intel (которая являлась инвестором Silicon) получали ощутимый доход не только от продажи DVI-микросхем, но и от фирм, в изделиях которых частично использовались принципы построения интерфейса DVI. И тот факт, что доход компании Silicon Image содействовал укреплению финансового положения Intel, вызывал опасения остальных производителей.

Выход DVI на рынок угрожал финансовым крахом практически единственному стандарту аналоговых интерфейсов – VGA, которому следовали производители видеоадаптеров как для цветных, так и монохромных мониторов. Поэтому наиболее распространенный вариант DVI-соединителя (DVI-I) обеспечивал и аналоговые, и цифровые соединения. В рекламных материалах компания Intel утверждала, что с увеличением разрешения дисплеев, сопровождающемся уменьшением шага элементов изображения, аналоговые интерфейсы уже не смогут обеспечить передачу высококачественного изображения. Прошло уже почти 10 лет, а ситуация не изменилась. Частично это связано с тем, что операционные системы компании Microsoft до сих пор не способны визуализировать графические элементы (шрифты, иконки и т.п.) независимо от разрешения. Воз-

можно, эту задачу успешно разрешит ОС Windows Vista. Кроме того, поставщики микросхем существенно улучшили параметры передатчиков и приемников аудио- и видеоданных.

ЭВОЛЮЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ – СТАНДАРТ HDMI

Форм-фактор DVI-разъема отвечал требованиям компьютерных устройств. Но поставщикам бытовой техники нужны более дружелюбные пользователю соединители меньших размеров. В результате крупные производители бытовой электроники (Silicon Image, Hitachi, Philips, Sony, Toshiba и др.) в декабре 2002 года выпустили первую версию стандарта мультимедийного интерфейса высокого разрешения (High-Definition Multimedia Interface, HDMI). Он стал первым полностью цифровым интерфейсом для передачи несжатых потоков как видео-, так и аудиоданных. HDMI обратно совместим с DVI и обеспечивает передачу по цифровому кабелю видеоданных и до восьми каналов звукового сопровождения (сжатием или без сжатия, с качеством 24 бит/192 кГц).

В первых версиях HDMI-проекта аудиосигнал модулировал тактовый сигнал, сейчас перенос аудиоданных выполняется в интервалах "островков данных", т.е. в периоды гашения обратного хода строчной и кадровой разверток. Чтобы интерфейс HDMI-стандарта мог использоваться не только ПК, предусмотрена поддержка как RGB-формата, так и формата компонентного видео 4:4:4 (8 бит, 8 бит, 8 бит) и 4:2:2 (12 бит, 6 бит, 6 бит). HDMI поддерживает три протокола кодирования – 8В/10В для видео, допускающего случайно потерянный разряд; 4В/10В для аудиосигнала и 2В/10В для наиболее важных данных управления. Интерфейс обеспечивает автоматическую настройку телевизора на воспроизведение широкоформатной и стандартной картинки, а также возможность отличать данные DVD-диска и диска Blu-Ray. Стандарт допускает передачу данных без потерь по кабелю длиной до 20 м (максимальная длина кабеля для стандарта DVI – 15 м).

HDMI постоянно развивается. Сегодня насчитывается уже несколько его версий. Каждая версия использует одни и те же аппаратные спецификации и кабель, но отличается пропускной способностью и видом информации, которую можно передавать через HDMI. Так, версия V1.2a уже поддерживает стандарты централизованного управления устройствами – Consumer Electronics Control (CEC) – и позволяет обмениваться командами и управляющими сигналами между всеми участниками связи, поддерживающими HDMI CEC.

В последней версии HDMI v.1.3, выпущенной в июне 2006 года, не только улучшены основные характеристики интерфейса, но и предусмотрена поддержка пока еще не представленных на рынке устройств. Например, HDMI 1.3 поддерживает передачу видеосигналов с глубиной цвета 48 бит, что позволит выводить на экран более 69 млн. оттенков. Большинство же современных телевизоров отображает только 24-бит, а то и 16-бит цвет (т.е. в лучшем случае 16,7 млн.

оттенков цвета). Если HDMI 1.0 поддерживает максимальную скорость 4,95 Гбит/с, то HDMI 1.3 – уже 10,2 Гбит/с. Такая пропускная способность выше современных требований к цифровому интерфейсу: 4,9 Гбит/с, что достаточно для передачи видеoinформации с разрешением 1080 линий с прогрессивной разверткой (1080p). На сегодняшний день это самое высокое разрешение для видео высокой четкости. Обеспечиваемая HDMI 1.3 пропускная способность, а также возможность обнаружения ошибок и кодирования поправок позволяют увеличить разрешение изображения и получать так называемый глубокий цвет (до 30, 36 и 48 бит, или 10, 12 и 16 бит/составляющую цвета в RGB- или YCbCr-форматах). Повышается и скорость передачи кадра.

К достоинствам версии HDMI 1.3 относятся:

- расширение цветового диапазона экрана благодаря поддержке цветового стандарта следующего поколения xvYCC (eXtended Video YCC, расширенного видеоматрицы YCbCr);
- поддержка автоматической синхронизации звука;
- поддержка форматов цифрового звука Dolby TrueHD и DTS-HD (форматы, используемые в дисках HD-DVD и Blu-ray). Возможна и передача несжатого аудиопотока, предусмотренного в ранних версиях HDMI;
- система автоматической синхронизации звука и видео Lip Synch*, позволяющая компенсировать в домашнем кинотеатре задержки между аудио- и видеосигналами;
- наличие нового мини-разъема Type C для цифровых фотоаппаратов и видеокамер.

В связи со столь высокими характеристиками HDMI 1.3 возникает вопрос: нужен ли такой стандарт сегодня? Ведь его предыдущие версии обеспечивают воспроизведение изображения с оптических дисков и HDV, а также телевизионного изображения (как стандартного формата, так и высокой четкости), которое передается по кабелю, по протоколу IP (IPTV), средствами наземного или спутникового ТВ-вещания. Ответ на этот вопрос – камеры, компьютеры, игровые консоли. То значение, которое любители консольных и компьютерных игр придают высокой скорости передачи кадра, неоспоримо. Современные видеокамеры легко записывают изображение с высокими разрешением и динамическим диапазоном, а компьютеры легко формируют и выводят такое изображение на монитор. Дисплеи также постоянно совершенствуются, обеспечивая воспроизведение все более высококачественного изображения. Они уже работают не только с традиционными источниками видеосигнала. С реализацией спецификации HDMI 1.3 канал между источником и дисплеем не ограничивает возможности системы.

Рассмотрение стандарта HDMI не будет полным без упоминания возможности управления правами доступа к цифровым данным (Digital Rights Management, DRM). Один из вариантов системы DRM – протокол защиты высококачественного

*Lip – губы, Synch – синхронизация, Lip Synch – синхронизация видео и звука.

цифрового контента (High-Bandwidth Digital Content Protection, HDCP).** Основная функция HDCP – защита несжатых данных от копирования. Протокол позволяет в зависимости от конкретного случая устанавливать разные уровни защиты и не ограничивает свободу обращения с видеоданными в пределах одобренных действующим законодательством рамок. Под жесткий запрет подпадают такие действия, как копирование программ со снятой защитой, получение незащищенного цифрового потока или аналогового видеосигнала высокого разрешения. Разрешены повторители и разветвители сигнала, но при этом они должны "обмениваться паролями" друг с другом и получать взаимное разрешение на взаимодействие, что возможно только в том случае, если все устройства HDCP-совместимы.

Хотя протокол HDCP и предусмотрен в HDMI (как и в DVI), он все же является опцией. Его реализация требует дополнительных лицензионных отчислений. Право на использование средств защиты контента ежегодно обходится производителю электроники в 15 тыс. долл. Кроме того, Intel получает 0,5 цента за каждый проданный HDCP-ключ и 4 цента за каждое HDMI/HDCP-устройство. К тому же многие проблемы пользователей HDMI, связанные с предотвращением незаконного копирования содержимого дисков, те же, что и при использовании DVI. Наиболее распространенные претензии, предъявляемые к протоколу HDCP, – невозможность соединения HDMI трансивера (компьютера, DVD-плеера, телевизионной приставки set-top box и т.п.) с цифровым дисплеем (ЖКИ, плазменной панелью, проектором и т.п.) через промежуточное устройство. В то же время, они отлично работают при непосредственном соединении. Вызывают нарекания и возможность нестабильной работы при переключении на другой трансивер и затем возврате к прежнему. Основная причина этих проблем – нарушение предполагаемого постоянного "рукопожатия" между источником и приемником сигнала, которое источник видеосигнала рассматривает как нарушение системы DRM и соответствующим образом реагирует на него. Для восстановления нормальной работы системы используются такие "уродливые" меры, как отсоединение и повторное соединение разъемов.

А КАК НАСЧЕТ СТАНДАРТА DISPLAYPORT?

Электронная промышленность давно стремилась определить победителя в развернувшейся дуэли между промышленными стандартами и ставшими де-факто стандартами отдельных компаний или консорциумов. По мере распространения цифровой техники возникла необходимость в унифицированном интерфейсе для связи различных дисплеев с любыми уст-

**Технология HDCP разработана группой Digital Content Protection, LLC, принадлежащей компании Intel. Предназначена для управления доступом к аудио- и видеоданным, передаваемым по интерфейсам DVI и HDMI. Реализуется уже около 10 лет и поддерживается всеми крупными держателями авторских прав на аудио- и видеопродукцию, в том числе и компаниями Голливуда. К концу 2006 года около 330 компаний заключили лицензионное соглашение с Digital Content Protection, LLC.



ройствами вывода изображения. В результате при поддержке компаний Hewlett Packard, ATI Technologies (с 2006 года входит в состав корпорации Advanced Micro Devices), Dell, Genesis Microchip, nVidia, Royal Philips Electronics, Samsung Electronics, Tyco, Molex Ассоциация VESA разработала быстрый компактный интерфейс, названный DisplayPort. Новый интерфейс предусматривает объединение аудио-, видео- и управляющих данных в пакеты, подобные пакетам в сетях передачи данных. Каждый канал связи интерфейса рассчитан на одну, две или четыре линии передачи дифференциальных сигналов. При этом отдельной линии передачи тактового сигнала нет. Тактовый сигнал включен в поток данных с 8B/10B кодированием. Это облегчает синхронизацию данных, поскольку на высоких частотах отдельно передаваемых данных и сигналов синхронизации возникают фазовые смещения, которые зависят от типа и длины интерфейсного кабеля.

Скорость передачи одной дифференциальной пары составляет 1,62 или 2,7 Гбит/с. Глубина цвета – от 6 до 16 бит. При этом допускается независимое масштабирование глубины цвета, разрешения, частоты кадра, объема дополнительных данных (например, аудиоданных и DRM). Так, при пропускной способности одной линии 2,7 Гбит/с можно реализовать глубину цвета 30 бит/пиксел для YCrCb формата 4:4:4 с разрешением 1080p и скоростью 60 кадров/с или 18 бит/пиксел – для RGB-формата с разрешением 1060p и скоростью 18 кадров/с. Предусмотрен и вспомогательный полудуплексный двунаправленный канал с пропускной способностью 1 Мбит/с и максимальной задержкой 500 мс. Он предназначен для выполнения операций квитирования связи и обмена соответствующими данными между источником и приемником.

Максимальная скорость передачи данных интерфейса DisplayPort по кабелю, внешне мало отличающемуся от обычного USB-кабеля, составляет 10,8 Гбит/с, что соответствует разрешению 2560×1600 пикселей (WQXGA). Правда, при этом не рекомендуется использовать кабель длиной более 3 м. Но если достаточно разрешения 1080p, вход и выход можно разнести на 15 м.

Версия DisplayPort v.1.0 поддерживает технологию защиты данных компании AMD – DPCP (DisplayPort Content Protection), в основе которой лежит 128-бит AES-шифрование. Предусмотрены также полная аутентификация и установление ключа для каждого сеанса связи. Существует и независимая система отмены сеанса. Эта часть стандарта лицензируется. Она помогает устанавливать расстояние между приемником и передатчиком с тем, чтобы не допустить пересылку данных дальним несанкционированным пользователям. Новая версия DisplayPort 1.1, выпущенная в апреле 2007 года, поддерживает протокол HDCP, а также позволяет применять волоконно-оптический кабель вместо медного и тем самым увеличить расстояние между источником и воспроизводящим устройством без ухудшения качества изображения.

Сейчас VESA разрабатывает версию DisplayPort 2.0 с повышенной пропускной способностью и дополнительными функциями.

Интерфейсы DisplayPort предназначены для графических контроллеров ПК, мониторов и панелей ноутбуков. DisplayPort можно будет использовать и для подключения плазменных панелей, ЖК- и ЭЛТ-мониторов, а также проекционных дисплеев к источникам видеосигнала (например, компьютерам или DVD-плеерам).

ТРЕТИЙ КОНКУРЕНТ – UDI

В борьбе за звание цифрового дисплейного интерфейса следующего поколения участвует и унифицированный дисплейный интерфейс (Unified Display Interface – UDI), предложенный консорциумом SIG (Special Interest Group) в июле 2006 года. На тот момент в консорциум входили компании Apple Computer, Intel, LG, National Semiconductor, Samsung Electronics, Silicon Image, Royal Philips Electronics, Analogix и др. В дальнейшем к нему присоединились крупный изготовитель графических контроллеров – фирма NVIDIA, производитель полупроводниковых приборов – Thine Electronics, поставщики кабелей и соединителей – FCI, Foxconn и JAE. UDI выполнен на основе стандарта DVI, обратно совместим с ним и HDMI, но дешевле их. В отличие от HDMI, предназначенного для мультимедийных систем высокого разрешения, UDI, по мнению разработчиков, должен стать новым стандартом дисплейного интерфейса для настольных персональных компьютеров, рабочих станций, ноутбуков и видеокарт, обеспечив совместимость с действующими стандартами DVI и HDMI.

Пропускная способность первой версии интерфейса UDI достигает 16 Гбит/с, поддерживая разрешение 2560×1600 пикселей. В нем также реализован протокол HDCP управления правами доступа к цифровым данным. Соединитель подобен USB-соединителю и имеет 26 контактов (а не четыре), расположенных в один ряд с шагом 0,6 мм. Штыревые выводы передатчика и приемника несколько отличаются друг от друга, и при передаче информации в двух направлениях по UDI-кабелю скорость существенно уменьшается.

Таким образом, UDI, надежный в соединении и компактный интерфейс, выступает как упрощение HDMI для недорогих систем. Правда, для реализации UDI интерфейса от компаний потребуется одноразовая лицензионная плата, но арендная плата уже не нужна.

РЕАЛИЗАЦИЯ HDMI

HDMI-трансммиттеры

HDMI 1.3 был выпущен в июне 2006 года. С появлением игровой платформы PlayStation 3 и видеокарт на основе графических процессоров G80 (компании NVIDIA) и R600 (компании AMD/ATI) поставщики фирмы Sony и компонентов ви-

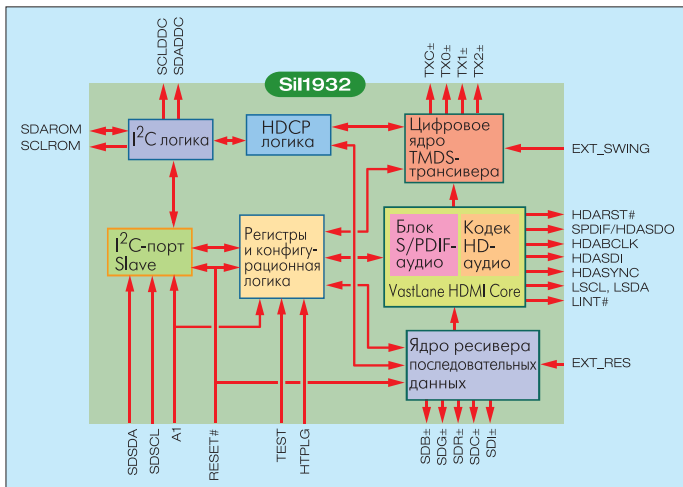


Рис.2. Блок-схема передатчика Si11392

декарт ПК испытывали затруднения из-за отсутствия соответствующей поддержки новой версии стандарта, а именно – HDMI 1.3 передатчика. Поэтому высокую оценку производителей получили новые HDMI-передатчики семейства VastLane, выпущенные в октябре 2006 года компанией Silicon Image – признанного лидера в области разработки и лицензирования цифровых интерфейсов. Тактовая частота новых микросхем семейства VastLane Si11392-3 и Si11932-3 составляет 340 МГц, пропускная способность – 10,2 Гбит/с. В результате видеокарты и системные платы с HDMI-выходом могут работать с компьютерными мониторами с разрешением до 2560×1600 пикселей (WQXGA) и HD-панелями с разрешением до 1440р (2560×1440 пикселей). Для сравнения, микросхемы Si113923 и Si11932 предыдущего поколения на частоте до 165 МГц гарантировали разрешение до 1600×1200 пикселей (UXGA). Новые микросхемы обеспечивают передачу по одному кабелю длиной 10 м и более высококачественного видео и звука на A/V-ресивер с HDMI и далее на HD-телевизор. Помимо высокой производительности новые передатчики выполняют функции, обычно требующие применения отдельного микроконтроллера (рис.2).

Микросхема Si11932-3 на входе поддерживает сигналы формата TMDS графических процессоров дискретных видеокарт, тогда как Si11392-3 – сигналы формата SDVO (цифровой выход видеосигнала, Serial Digital Video Output*) интегрированных графических микросхем. Входной порт передатчика Si11392-3 отличается высокими робастностью и допусками по мерцанию картинки, превосходящими требования стандарта SDVO.

Обе микросхемы имеют несколько аудиопортов, в том числе форматов S/PDIF и HD-Audio, могут поддерживать стандарт DVD Audio, а также другие форматы цифрового аудио, в том числе Dolby Digital, DTS. Обеспечивают передачу аудиосигнала по восьми каналам при частоте дискретизации 192 кГц.

* Спецификация компании Intel для высокоскоростного (1–2 Гбит/с) видеointерфейса с функцией выхода видеосигнала TV-Out для ПК.

Поскольку HDMI обратно совместим с DVI, передатчики могут использоваться с любым цифровым устройством отображения информации – от существующих DVI ЖК-мониторов, телевизоров высокой четкости и проекторов до будущих дешевых полностью цифровых мониторов с DVI- или HDMI-входами. Оба передатчика поддерживают последнюю версию стандарта HDCP 1.2.

Монтируются в 64-выводной бессвинцовый корпус типа QFN.

На крупной международной выставке по информационной технологии Computex Taipei (проходившей 5–9 июня 2007 года) компания Intel продемонстрировала SDVO-платформу, в которой использовалась микросхема Si11392. Настольный ПК на базе этой платформы работал с HDMI ЖК-монитором VX2435wm компании ViewSonic с диагональю экрана 24" и разрешением 1080р.

На той же выставке Computex Taipei 2007 компания Chrontel (ведущий поставщик видеодисплеев) представила HDMI-передатчик CH7315B – микросхему видеointерфейса, обеспечивающую передачу персональным компьютером телевизорам высокой четкости, DVD-рекордерам и A/V-ресиверам с интерфейсом HDMI несжатых защищенных от несанкционированного копирования аудио- и видеоданных (рис.3). Микросхема CH7315B преобразует видеоданные, поступающие на ее входы по SDVO-шине, и аудиоданные шины HD Audio в HDMI-поток, передаваемый бытовой электронной аппаратуре. Аудио-, видео- и вспомогательные данные передаются по трем HDMI-каналам. При этом для уменьшения ошибок используется пакетная передача аудио- и вспомогательных данных, а также их специальное кодирование. Микросхема поддерживает протокол HDCP. Пропускная способность входа может достигать 1–2 Гбит/с, скорость передачи – 26–165 Мбит/с, что обеспечивает разрешение от 480i до 1080i/1080p. Микросхема принимает передаваемые по трем витым парам дифференциальные данные изображения в формате RGB, преобразует цветовое пространство и выводит данные RGB, 4:2:2 YCbCr или 4:4:4 YcbCr форматов.

CH7315B поддерживает до восьми каналов передачи аудиоданных при частоте дискретизации 192 кГц. Тактовая частота передачи аудиоданных – 24 МГц. Пропускная способность аудиоканала зависит от тактовой частоты передачи пикселя, синхронизации видео и от необходимости повторной синхронизации в соответствии с протоколом защиты контента. В CH7315B предусмотрена и возможность автоматического переключения микросхемы в режим малого энергопотребления при отключении источника видеоданных.

Микросхема имеет двойные порты вывода данных для одновременного присоединения двух бытовых устройств, каждое из которых подключается программными средствами. Монтируется в 64-выводной плоский корпус типа LQFP.

Интерес представляют и HDMI-передатчики компании Silicon Image для мобильных устройств серий Si119022 и

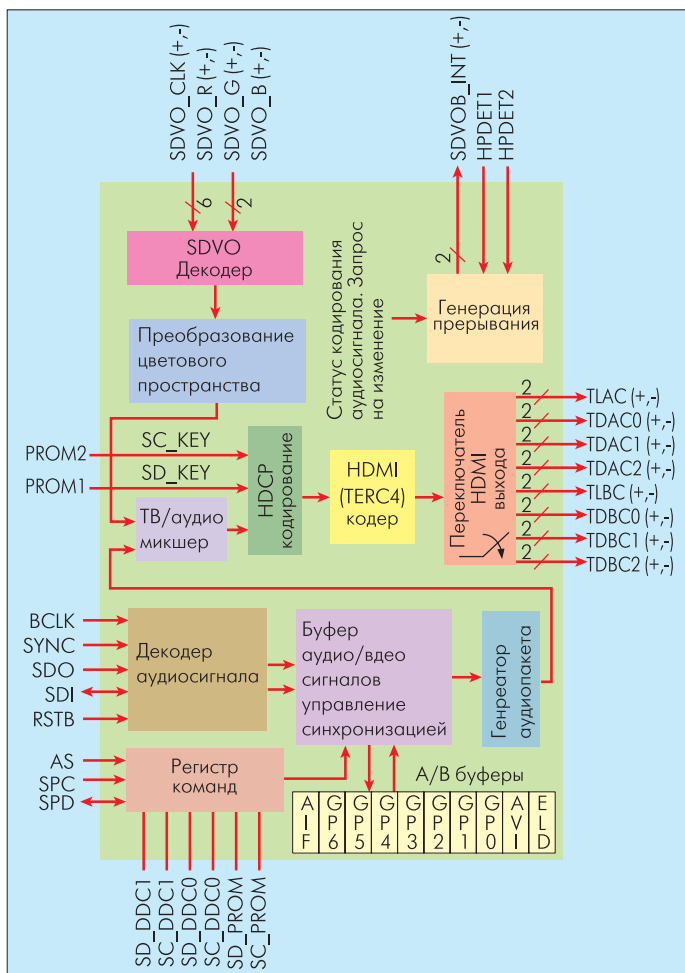


Рис.3. Блок-схема передатчика CH7315B

Si19024. По утверждению разработчиков, у них самая низкая на сегодняшний день потребляемая мощность. Рабочая частота передатчиков Si19022EUB и Si19024EUB составляет 85 МГц, что позволяет поддерживать разрешение дисплея 720p/1080i. Передатчики Si19022EUB6 и Si19024EUB6 работают на частоте 165 МГц (разрешение 1080p или 1600×1200 пикселей). Потребляемая мощность при разрешении 720p/1080i – 50 мВт, 1080p – 80 мВт. В микросхемы новых передатчиков интегрирована и CEC-функция, что позволяет сократить затраты на дополнительные компоненты (как правило, для выполнения этой функции дистанционного управления требуется внешний микроконтроллер).

Передатчик Si19024 содержит HDCP-блок и его ключи. В результате существенно уменьшается сложность программного обеспечения, используемого при реализации HDCP внешним микроконтроллером, а также повышается робастность системы. А благодаря хранению в памяти микросхемы HDCP-ключей отпадает необходимость применения внешнего ЭСППЗУ.

По программному обеспечению новые HDMI-передатчики полностью совместимы со своими предшественниками – микросхемами серии Si19020.

Монтируются передатчики в корпус BGA с 84 шариковыми выводами размером 6×6 мм. Предназначены для циф-

ровых фотоаппаратов и camкордеров, мобильных телефонов/видеокамер.

КМОП-микросхема HDMI-передатчика для мобильных мультимедийных устройств модели ADV7520NK компании Analog Devices имеет: встроенный микропроцессорный блок для выполнения протокола защиты от копирования HDCP, шину I²C Master для считывания расширенных данных идентификации дисплея (Extended Display Identification Data, EDID), источник питания на 1,8 В, рассчитанные на 5 В выводы I²C и вывод опознавания активного состояния, а также CEC-буфер (рис.4). Все это позволяет упростить конструкцию системы, уменьшить число используемых в ней компонентов и сократить сроки выпуска изделия на рынок.

Рабочая частота микросхемы составляет 80 МГц, что обеспечивает воспроизведение телевизионной картинки с разрешением 720p/1080i, а также графического изображения с разрешением 1024×768 пикселей на частоте 75 МГц. Передатчик поддерживает стандарты HDMI 1.3, DVI 1.0 и HDCP (при реализации ключей извне), а также цветовой стандарт xvYCC и формат цифрового интерфейса Sony/Philips. ADV7520NK поддерживает как S/PDIF, так и восьмиканальный I²S-аудиоформаты, при этом I²S-канал обеспечивает передачу стерео- или 7.1 кругового звука при частоте дискретизации 192 кГц, а S/PDIF – LCPM (с использованием ИКМ) сигнала или сжатого аудиосигнала, в том числе Dolby Digital и DTS.

Монтируется передатчик в корпус BGA-типа с 76 шаровыми контактами. Диапазон рабочих температур –25...85°С.

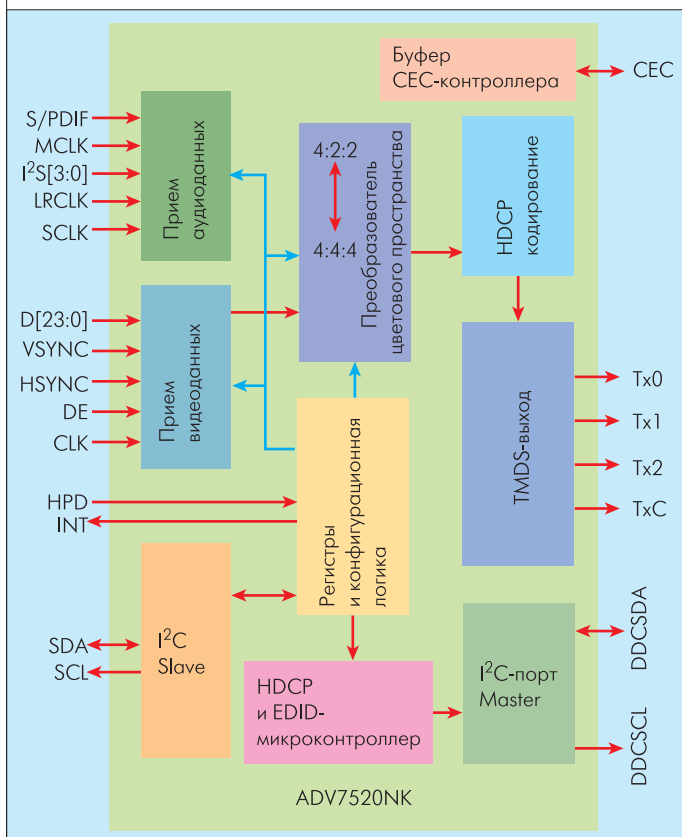


Рис.4. Блок-схема передатчика ADV7520NK

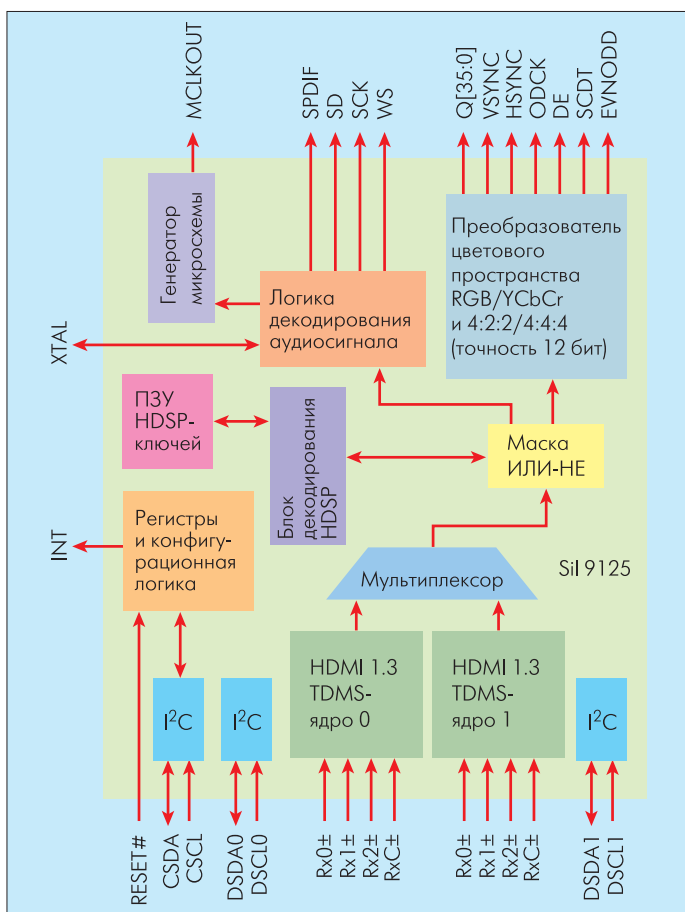


Рис.5. Ресивер HDMI-интерфейса SiI9125 поддерживает два высокоскоростных канала данных HDMI 1.3

Ресиверы HDMI

Современные ресиверы аудио/видеопотоков, как правило, имеют HDMI-входы и выходы. При этом большинство HDMI-ресиверов преобразуют входящие аналоговые аудио/видео-сигналы (через композитный вход или S-Video) в цифровой вид. Источник аудио/видеоданных (плеер HD-дисков или приемник кабельного HDTV) подключается к входу ресивера одним HDMI-кабелем, а его выход – к HDTV-телевизору вторым HDMI-кабелем. В результате ресивер передает цифровой видеосигнал с плеера HD-дисков/телевизионной приставки на HDTV-телевизор, а многоканальный звук пропускает через усилитель и подает на подключенную акустику. Если аудио/видеоресивер не поддерживает HDMI, то для передачи звукового сигнала от плеера/приставки на вход ресивера приходится использовать отдельный кабель (цифровой оптический или коаксиальный). По мере добавления HDMI-компонентов достоинства HDMI-ресивера становятся более весомыми. А именно... Большинство HDMI-ресиверов имеют два или три HDMI входа, что позволяет подключать к ним несколько HDMI аудио/видеоисточников. Это позволяет переключать видеоисточник непосредственно на ресивере, что намного удобнее, чем изменять подключение HDMI-кабеля на задней панели телевизора или на источнике. Такое свойство становится все более привлекательным по мере появления новой техники с поддержкой HDMI. Многие ресиверы выполняют и де-

интерлейсинг видеоданных (создание одного кадра из двух полукадров чересстрочного формата для дальнейшего вывода его на экран с прогрессивной разверткой, т.е. с 480i на 480p). Это весьма удобно, поскольку относительно старые HDTV-телевизоры с входом HDMI не поддерживают разрешение 480i. Некоторые современные ресиверы могут преобразовывать разрешение 480i в форматы 720p, 1080i или 1080p, что помогает улучшить качество изображения, передаваемого от "старых" видеоисточников новым HDTV телевизорам.

К числу таких ресиверов относится микросхема SiI9125 семейства VastLane компании Silicon Image со вдвоенным входом, поддерживающая HDMI 1.3, а также стандарты DVI 1/0, HDCP 1.1 и EIA/CEA-861D (рис.5). Ресивер обеспечивает воспроизведение изображения глубокого цвета (deep color) с палитрой до 36 бит (формата RGB/YCbCr 4:4:4), разрешением до 1080p на частоте 60 Гц и 720p/1080i на 120 Гц. Двухканальный аудиоблок SiI9125 принимает цифровые сигналы на частоте 192 кГц, S/PDIF-порт – сжатые аудиопотоки. Стандартный I²S-блок обеспечивает прямое подключение к дешевым аудиоЦАП с частотой дискретизации до 192 кГц.

В каждую микросхему SiI9125 записываются уникальные HDCP-ключи, позволяющие получить чрезвычайно высокий уровень защиты от несанкционированного копирования при приемлемой стоимости.

HDMI-переключатели

Телевизору высокой четкости одного HDMI-порта недостаточно. Ведь источников сигнала высокой четкости может быть несколько (игровая приставка, BluRay- или HD-DVD-проигрыватель и т.п.). Чтобы без проблем постоянно переключать кабели с одного источника на другой, единственный разумный выход – применение HDMI-переключателя. На рынке представлены разнообразные модели таких переключателей. К ним относится DVI/HDMI-переключатель модели TMDS351 компании Texas Instruments, позволяющий подключать один из трех входных портов к устройству отображения. Каждый входной порт имеет четыре TMDS-канала, детектор активного состояния и встроенный канал данных дисплея (Display Data Channel, DDC). Пропускная способность каждого TMDS-канала составляет 2,5 Гбит/с, что достаточно для получения разрешения 1080p и глубины цвета 12 бит. Кроме того, каждый вход TMDS-ресивера имеет согласующий резистор с сопротивлением 50 Ом. Это позволяет отказаться от внешних компонентов.

В микросхеме обеспечиваются два уровня выравнивания частотной характеристики каждого TMDS-ресивера. При низком уровне применяется короткий HDMI-кабель, при высоком – длинный. В случае, когда источник аудио/видеосигнала отключен, напряжение питания V_{CC}, равное 3,3 В, также может отключаться, минимизируя мощность, потребляемую TMDS-входами, выходом и переключателями. Входы имеют схему защиты от воздействия электростатического разряда. Ее уро-



вень защиты отвечает требованиям, предъявляемым при испытаниях на основе модели человеческого тела (Human Body Control, HDC) при напряжении 8 кВ. Поставляется микросхема в 64-выводном корпусе TQFP.

В четвертом квартале 2007 года компания STMicroelectronics планировала выпустить микросхему модели STDVE003A, объединяющую четырехканальный эквализатор с пропускной способностью 3,4 Гбит/с и переключатель 3:1, обеспечивающий подключение к одному из трех HDMI-портов телевизора. Таким образом, микросхема позволяет использовать в телевизоре с тремя HDMI- входами одноканальный HDMI-ресивер. Микросхема поддерживает глубину цвета 16 бит, или 65 тыс. оттенков при разрешении 1080p. Лучшие образцы выпущенных в последнее время HDMI-переключателей обеспечивают глубину цвета 12 бит (4 тыс. оттенков). Микросхема представляет собой цифровой мультиплексор, рассчитанный на передачу сигналов в стандарте TMDS. Выполненная по SiGe БиКМОП-технологии шестого поколения, модель STDVE003A содержит согласующие резисторы на каждом входе, буфер I²C-шины и переключатель определителя активного состояния. Обеспечивает передачу высококачественного сигнала по кабелю длиной до 20 м и более.

Монтируется микросхема в 80-выводной корпус TQFP-типа. Предназначена для подключения к цифровым телевизорам с ЖК- или плазменным экраном и HDMI- входами внешних источников телевизионных программ (игровых консолей, HD-DVD- и Blu-ray-плееров, телевизионных приставок).

Реализация DisplayPort

Интерфейс DisplayPort медленно, но уверенно пробивает себе дорогу в жизнь. Уже во второй половине 2006 года компании Analogix Semiconductors, Genesis Microchip, Parade Technologies объявили о создании первых образцов трансмиттеров и ресиверов с интерфейсом DisplayPort. Микросхема модели ANX9801 фирмы Analogix предназначена для графических плат ПК. Скорость передачи видеоданных по одной витой паре составляет 10,8 Гбит/с, что обеспечивает разрешение 2560×1600 пикселей (WQXGA) на частоте регенерации 60 Гц и глубину цвета 30 бит. Средняя потребляемая мощность составляет 500 мВт, при максимальном быстродействии – 900 мВт. Кроме того, микросхема содержит одноканальный передатчик стандарта DVI+HDCP и может подключаться и к HDMI-дисплею. Монтируется ANX9801 в 80-выводной корпус TQFP-типа. Массовое производство микросхемы планировалось на конец 2006 года. Правда, в образцах первого поколения нет HDCP, но в более поздних изделиях этот протокол уже должен быть реализован.

В начале 2007 года компания Analogix объявила о создании микросхемы DisplayPort-ресивера модели ANX9811 с теми же значениями пропускной способностью и разрешением – 10,8 Гбит/с и WQXGA, соответственно. В сочетании с

передатчиком ANX9801 это позволит получать высокопроизводительные и экономически эффективные решения при разработке мониторов ПК и панелей ноутбуков.

В 2006 году о создании пары трансмиттер–ресивер моделей gm60028 и gm6820, соответственно, сообщила и компания Genesis Microchip – лидер в области разработки технологии обработки изображения для плоскочастотных телевизоров, мониторов и другой бытовой электроники.

Пара трансмиттер–ресивер обеспечивают передачу по одному каналу изображения высокой точности с разрешением 1080p и глубиной цвета 30 бит на частоте 120 Гц или графическое изображение с разрешением 2560×2048 пикселей (QSXGA) на 60 Гц. Обе микросхемы содержат LVTTTL-видеопорты (шириной 60 бит) и цифровые аудиопорты (S/PDIF и I²S) для непосредственной связи с коммерческими A/V-процессорами. Микросхемы монтируются в 160-выводные корпуса QFP-типа. Поставки опытных образцов должны были начаться в конце 2006 года.

Двухрежимные DisplayPort&DVI/HDMI–трансмиттер и ресивер моделей DP501 и DP601, соответственно, выпустила компания Parade Technologies. Трансмиттер DP501 поддерживает источники различных аудио- и видеоформатов. Ядро микросхемы формирует пакеты данных, преобразует в последовательную форму входящий поток данных и передает их либо в DisplayPort-, либо в TMDS- стандарте (рис.6). В режиме DisplayPort производительность передатчика составляет 2,7/1,62 Гбит/с, в DVI/HDMI-режиме – до 1,65 Гбит/с (разрешение UXGA). Микросхема поддерживает 4/2/1 линии передачи, предусмотрена возможность использования встроенной или дискретной флэш-памяти HDCP-ключей. Имеет вывод сигнала опознания активного состояния. Напряжение питания ядра – 1,2 В, портов ввода-вывода – 3,3 В. Потребляемая мощность – 600 мВт при пропускной способности в режиме DisplayPort 2,7 Гбит/с. Диапазон рабочих температур 0...70°C. Монтируется в 100-выводной корпус TQFP-типа. Предназначена микросхема для трехмерных графических карт, материнских плат ПК, цифровых дисплеев ноутбуков.

Ресивер DP601 (рис.7) имеет двухканальные LVDS-выходы. Поддерживает разрешение ЖКД 3840×2160 или 2560×1600 пикселей и форматы RGB (с глубиной цвета 6/8/10/12 бит/компонент) и YCbCr 4:2:2/4:4:4 (8/10/12 бит/компонент). Пропускная способность в режиме DisplayPort – 1,62/2,7 Гбит/с, в режиме DVI – 1,65 и HDMI – 2,25 Гбит/с. Для работы с ЖКИ с малой глубиной цвета предусмотрен блок сглаживания цветовых переходов или преобразования скорости кадра. Напряжение питания ядра – 1,2 В, портов ввода-вывода – 3,3 В. Монтируется в 128-выводной корпус LQFP-типа размером 14×20 мм.

Микросхема предназначена для ЖК-мониторов, A/V-ресиверов, цифровых телевизоров и многофункциональных мониторов.

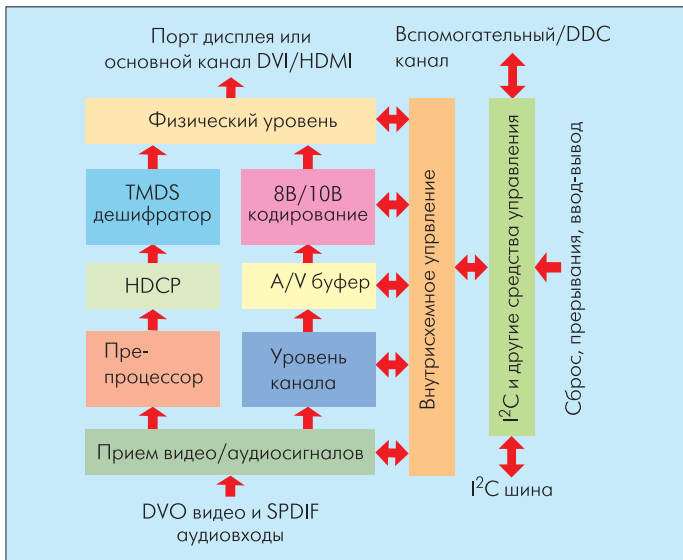


Рис.6. Блок-схема DisplayPort&DVI/HDMI-передатчика DP501

Южнокорейский электронный гигант Samsung, один из ведущих мировых производителей ЖК-панелей, объявил о создании первого в мире монитора с интерфейсом DisplayPort. Размер экрана – 30" (76 см), разрешение – 2560×1600 пикселей. Предполагается, что универсальный видеоинтерфейс DisplayPort будет использован и в графических процессорах компании AMD, планируемых к выпуску в начале 2008 года. На первом этапе разъем DisplayPort будет оснащен профессиональным графическим контроллером FireGL. Затем, вероятно, интерфейс DisplayPort появится и у видеокарт на базе микросхемы R700. Скорее всего, карты будут иметь два выхода – DisplayPort и HDMI. Вполне вероятно, что даты выхода на рынок монитора и графического контроллера совпадут, поскольку Samsung собирается начать продажи монитора также лишь в следующем году.

Появились признаки того, что флагманский ЖК-монитор с диагональю 30" и разрешением 2560x1600 пикселей модели UltraSharp 3007W/FP/3007WFP-NC компании Dell вскоре покинет рынок. Проверенный временем дисплей уступит место новому широкоформатному гиганту модели 3008WFP. Одна из отличительных особенностей нового дисплея – добавление к интерфейсному набору входов HDMI и DisplayPort. Кроме того, компания намерена использовать этот интерфейс в 2008 году в своих ноутбуках.

КТО ЖЕ ПОБЕДИТ?

2007 год – год начала борьбы стандартов дисплейных интерфейсов, которая продолжится и в будущем. Потребитель столкнулся с тремя основными стандартами – HDMI, DisplayPort и UDI. Правда, скорее всего основными конкурентами будут HDMI и DisplayPort. Поставщики видеоаппаратуры высокого качества разделились на две группы. Одна поддерживает интерфейсы, представляющие собой производные стандарта DVI (HDMI и UDI). В нее входят такие компании, как Hitachi, Panasonic, Philips, Sony, Silicon Image, Thomson и Toshi-

ba. Основные компании, поддерживающие DisplayPort, – AMD, Dell, Genesis Microchip, Hewlett Packard, Molex, NVIDIA, Philips, Samsung и Tyco. При этом многие фирмы, входящие в эту группу, проявляют интерес и к интерфейсу HDMI (не говоря уж о Philips, которая поддерживает оба стандарта).

К концу 2007 года интерфейс HDMI получил уже достаточно широкое распространение. Почти каждый производитель бытовой видеотехники выпускает, по меньшей мере, одну-две модели с поддержкой этого стандарта. А еще в начале 2006 года число устройств с поддержкой HDMI было невелико, и многие относились к нововведению скептически, считая, что новый стандарт, даже если и выживет на рынке, едва ли станет массовым. Тем не менее, HDMI быстро нашел свое место в многочисленных устройствах и заставил аналитиков изменить свое мнение. По данным агентства HDMI Licensing, LLC, более 700 изготовителей бытовой техники и персональных компьютеров уже приняли стандарт HDMI (470 компаний на конец 2006 года). Аналитики компании In-Stat считают, что к 2009 году на мировой рынок будет отгружено до 300 млн. телевизионных приставок и телевизоров с интерфейсом HDMI. Уже сейчас 65% телевизоров с плоским экраном, проданных на мировом рынке, имеют HDMI-вход. Ожидается, что в 2008 году их доля возрастет до 75%. На современном рынке телевизоров Китая приемники с HDMI-портом – один из трех типов изделий, пользующихся повышенным спросом. Сети супермаркетов Европы и Северной Америки активно заказывают плоскопанельные телевизоры с HDMI- входами, в том числе и с входами HDMI 1.3. На рынке также представлены многие типы A/V-ресиверов и усилителей мощности с HDMI-интерфейсом. И, конечно, покупатели, которые приоб-

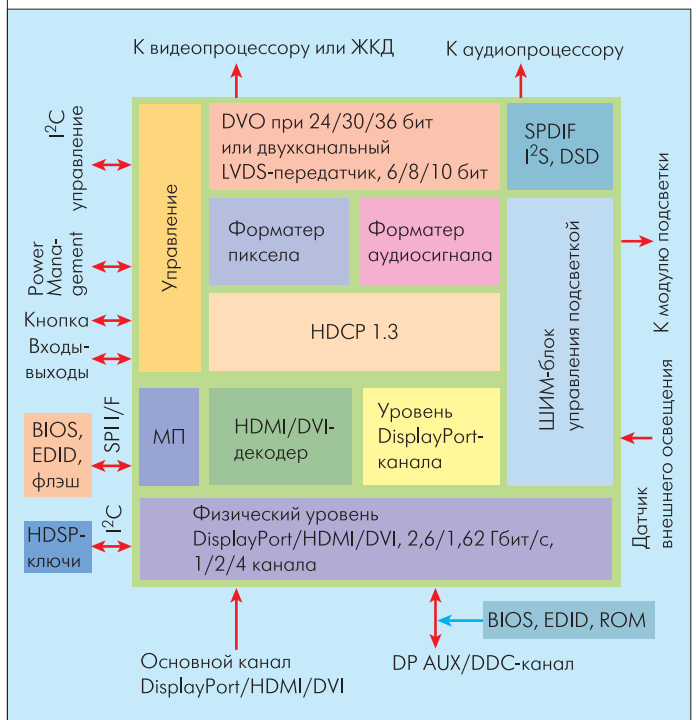


Рис.7. Блок-схема DisplayPort&DVI/HDMI-ресивера



рели такие устройства, будут покупать и диски DVD, и телевизионные приставки с HDMI-выходами.

Цифры впечатляют, особенно если учесть тот факт, что стандарт относительно молод. Кстати, надо отметить, что HDMI активно приживается не только в бытовой технике, но и в компьютерных комплектующих. Правда, сроки реализации этого интерфейса в ПК были достаточно длительными. Поскольку HDMI основан на тех же принципах, что и DVI, эта технология первоначально нашла применение в видеокартах. И сейчас уже большинство изготовителей рассматривают возможность применения HDMI в видеокартах. К началу 2007 года о создании или выпуске ПК и ноутбуков с интерфейсом HDMI объявили компании Acer, BenQ, отделение Alienware фирмы Dell, Hewlett Packard, Samsung, Sony и Toshiba.

Основное преимущество интерфейса DisplayPort перед HDMI – отсутствие лицензионных выплат. Но в основе интерфейса более 200 патентов, и, по мнению членов Ассоциации VESA, владельцы интеллектуальной собственности могут и, вероятно, установят "приемлемую" плату за технологии, используемые в интерфейсе DisplayPort. Пока цены не объявлены, и это, конечно, сдерживает распространение нового стандарта. Еще одно достоинство интерфейса DisplayPort – поддержка схем подключения как внешних, так и интегрированных графических систем к дисплею.

Основной недостаток интерфейса DisplayPort – несовместимость с другими интерфейсами (HDMI, DVI, UDI). Трудность перехода от DisplayPort к другим интерфейсам, в которых используется протокол HDCP, заключается в том, что DisplayPort пользуется и вторым протоколом – DPCP. Ассоциация VESA намерена разработать устройства, которые позволят преобразовывать протокол защиты интерфейса. Однако, как отмечает агентство HDMI Licensing, LLC, появление таких устройств в первую очередь нарушит основной принцип, заложенный в протокол HDCP, – защиту контента передаваемого изображения. Если пользователь может свободно переходить от одного протокола к другому, то зачем их сертифицировать? К тому же неизвестно, не потребуется ли платить за преобразование.

Что касается интерфейса UDI, его судьба не определена. На международной выставке бытовой электроники CES 2007 компании Samsung и Intel объявили о выходе из консорциума SIG. Возможно, их примеру последует и фирма Apple. А поскольку стандарт UDI уже не будут поддерживать такие крупные игроки на рынке дисплейных интерфейсов, маловероятно, что он получит широкое распространение. Такое решение приведет к усилению позиций стандарта DisplayPort. Но при этом нельзя сбрасывать со счетов ведущее положение HDMI, который уже успешно завоевал прочные позиции на рынке. ○