

# Новый цифровой дисплейный интерфейс — эволюция или революция?

Александр САМАРИН

Действующие в настоящее время стандарты цифровых дисплейных интерфейсов, как для сектора бытовой электроники, так и для сектора компьютерных мониторов, уже начинают ограничивать применение новых дисплейных технологий. С другой стороны, усиливающаяся в последнее время тенденция к конвергенции дисплейных интерфейсов для сектора бытовой электроники (СЕ — Consumer Electronics) и персональных компьютеров (РС) также требует создания унифицированного цифрового интерфейса для обоих секторов дисплейного рынка. Еще один фактор, способствующий созданию новых спецификаций, — это унификация внешнего интерфейса между платой графического контроллера ПК и монитора и внутреннего интерфейса дисплейной панели ноутбука.

В настоящее время используются два типа дисплейных интерфейсов — аналоговый и цифровой. В аналоговом интерфейсе информация представлена сигналами основных цветов, а также сигналами строчной и кадровой развертки. Данный тип интерфейса широко используется для связи видеоконтроллера как с традиционными дисплеями с ЭЛТ, так и с ЖК-мониторами.

Схема транспортировки данных от видеоконтроллера до схемы управления разверткой дисплея примерно одинакова для аналоговых и цифровых интерфейсов. Процессор (хост) формирует в буферном ОЗУ видеокон-

троллера образ изображения. Каждому пикселю изображения, состоящему из трех цветных пикселей, соответствует от 6 до 8 разрядов в памяти видеобуфера. При 6 разрядах на каждый цвет имеем 18 бит на пиксель, а при 8-битовом кодировании получаем 24 бита на пиксель.

При реализации аналогового интерфейса данные, выбранные из ОЗУ, преобразуются с помощью 3-канального быстродействующего ЦАП в аналоговую форму и затем передаются в схему управления дисплеем.

В цифровых дисплейных интерфейсах транспортировка данных от видеокон-

троллера до дисплея производится в цифровой форме. Для матричных дисплеев, таких как TFT ЖК-дисплеи, OLED и плазменные панели, больше подходит именно цифровой интерфейс. Внутренний дисплейный интерфейс использует только цифровые шины для передачи данных на матричную панель.

Цифровые дисплейные интерфейсы в зависимости от функционального назначения можно разделить на четыре группы:

- интерфейс между видеоконтроллером и модулем ЖК-экрана в ноутбуках (длина соединения 30–50 см);
- интерфейс между платой видеоконтроллера компьютера и внешним ЖК-монитором (длина соединений 120–150 см);
- внутренний дисплейный интерфейс между дисплейным контроллером и микросхемами драйверов столбцов (длина соединений 20–30 см);
- интерфейс между видеоконтроллером и удаленным ЖК-монитором (длина соединений от нескольких до сотен метров).

На рис. 1 показана типовая структура управления TFT ЖК-дисплеем.

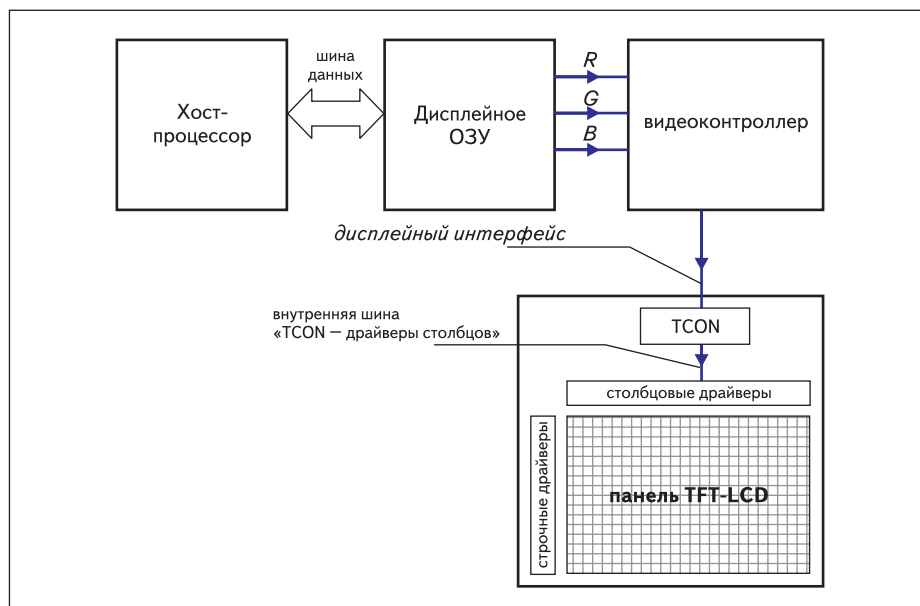


Рис. 1. Структура управления TFT ЖК-дисплеем

## Стандартизация дисплейных интерфейсов

В стандартизации дисплейных интерфейсов, применяемых в секторах РС и СЕ, заинтересованы в первую очередь производители дисплейной аппаратуры, производители комплектующих для нее: дисплейных панелей, микросхем видеоконтроллеров, трансиверов, декодеров интерфейсов, а также производители дисплейных соединителей. Разработкой таких стандартов занимается международная

## Представительство крупнейших компаний в VESA

- Производители настольных компьютеров и ноутбуков:
  - Apple Computer
  - Dell
  - Hewlett-Packard
  - Hitachi
  - IBM Corp.
  - Lenovo
- Производители TFT-LCD:
  - AU Optronics
  - Chi Mei Optoelectronics
  - Chunghwa Picture Tubes
  - Fujitsu
  - HannStar Display
  - Hitachi
  - LG Philips LCD
  - NEC LCD Technologies
  - Quanta Display
  - Samsung
  - Toshiba-Matsushita Display
- Производители мониторов и телевизоров:
  - AmTRAN
  - BenQ
  - Brilliant
  - Delta
  - Eizo Nanao
  - Hansol
  - InFocus
  - LG Electronics
  - Lite-On
  - NEC Display Solutions
  - Philips
  - Portrait Display
  - Samsung
  - Sony
  - Viewsonic
- Компании — производители дисплейной электроники и графических контроллеров:
  - Analog Devices
  - ATI
  - California Micro Devices
  - Chronitel
  - Conexant
  - Freescale
  - Genesis Microchip
  - Gennum
  - Matrox
  - NVIDIA
  - Philips Semiconductors
  - Pixelworks
  - THine Electronics
  - Tomato LSI
- Производители соединителей и кабелей:
  - Molex
  - JAE Electronics
  - Tyco
  - Foxconn

Ассоциация стандартов видеоэлектроники (VESA, [w www.vesa.org](http://www.vesa.org)). Членами этой ассоциации являются более 125 компаний.

Доли рынка компаний, представленных в VESA:

- настольные мониторы — 66%;
- ноутбуки — свыше 60%;
- ЖК-дисплеи больших форматов — свыше 80%;
- микросхемы для графических контроллеров — свыше 90%;
- дисплейные контроллеры — свыше 60%.

Другая организация, также причастная к разработке дисплейных стандартов, — Ассоциация производителей бытовой электроники CEA (Consumer Electronics Association). CEA представлена более чем 1000 компаний, занимающихся разработкой, производством и продажей аудио- и видеоаппаратуры, мобильной электроники, персональных устройств связи, мультимедийного оборудования. Годовой объем продаж членов ассоциации составляет свыше \$80 млрд. CEA представляет сектор индустрии бытовой электроники в альянсе с EIA (Electronic Industries Alliance).

## История разработки стандартов цифровых дисплейных интерфейсов

Первая попытка VESA разработать стандарт цифрового видеоинтерфейса была принята в 1997 году. Стандарт Plug-and-Display (P&D) поддерживал «горячее» подключение оборудования, но все остальные параметры не соответствовали потребностям рынка. Помимо передачи цифрового и аналогового видеосигналов стандарт поддерживал интерфейсы USB и FireWire через дополнительные контакты разъема. Они оказались реально не востребованными, несмотря на новизну и активное использование в других секторах рынка компьютерной аппаратуры. В итоге стандарт не был принят производителями. Сам стандарт не выжил, но вот метод цифровой передачи видеосигнала данного стандарта позже стал основой для других цифровых дисплейных интерфейсов. Базирется этот стандарт на разработке компании Silicon Image — технологии PanelLink. Данные передаются в нем дифференциальными сигналами по трем витым парам по протоколу TMDS (Transition Minimized Differential Signaling). Синхронизация данных производится как по переднему, так и по заднему фронту сигналов тактирования. Дополнительное скремблирование минимизирует число переходов для сигналов данных. Это позволяет сбалансировать канал передачи по постоянному току, минимизировать уровень ЭМИ, повысить надежность и скорость передачи. Для передачи сигналов данных и сигналов тактирования используются отдельные витые пары.

Пропускная способность канала — 165 МГц. Полоса достаточна для передачи изображения с разрешением HDTV (1920×1080) при

частоте обновления 60 Гц или с разрешением SXGA (1280×1024) с частотой кадровой развертки 75–85 Гц (актуально для ЭЛТ-мониторов).

P&D не нашел поддержки производителей из-за дороговизны, и осенью 1999 года группой Digital Flat Panel Group из числа компаний, входящих в состав VESA, был разработан новый стандарт DFP. Инициатором создания группы была компания Compaq. DFP имел более простой, дешевый, компактный разъем и представлял усеченную версию стандарта P&D. Лишние интерфейсы были исключены, оставлен только цифровой канал передачи изображения. В основе его лежал тот же PanelLink. В DFP была введена поддержка спецификаций VESA Display Data Channel (DDC) и Extended Display Identification Data (EDID). DDC определяет канал управления между адаптером и монитором, а EDID — формат данных для технических характеристик монитора.

DFP также прижился плохо, на этот раз выяснилось, что сократили полезные функции, имеющиеся ранее у P&D: «горячее» подключение и аналоговый интерфейс. К тому же, на конец 1999 года полоса пропускания цифрового канала 165 МГц оказалась недостаточной.

## Цифровой видеоинтерфейс DVI

Недостатки DFP были учтены при разработке нового стандарта DVI (Digital Video Interface), спецификация которого была представлена уже в апреле 1999 года, всего через полтора месяца после утверждения стандарта DFP. Группа, разработавшая стандарт, — Digital Display Working Group (DDWG) — была создана по инициативе Intel, и, что естественно, в нее вошли и участники DFP-Group. Базовый состав группы разработчиков DVI: Intel, Compaq, Fujitsu, Hewlett-Packard, IBM, NEC и Silicon Image. DVI был поддержан многими производителями в секторах PC и CE, несмотря на то, что так и не был утвержден ассоциацией VESA. В стандарте по сравнению с предшественником DFP появилась поддержка HotPlug и был опять введен аналоговый интерфейс. Расширение полосы пропускания цифрового интерфейса было достигнуто введением второго канала передачи. Суммарная пропускная способность канала передачи составила 330 МГц, что достаточно для поддержки разрешения 2048×1536 при 60 Гц (QXGA) для ЖК-мониторов и разрешения 1920×1080 при 85 Гц (HDTV) для ЭЛТ. Интерфейс имеет совместимость сверху вниз со стандартами DFP (цифровой интерфейс, DDC и EDID) и P&D (цифровой + аналоговый интерфейс).

## Разработка HDMI

Интерфейс DVI используется в настоящее время как в секторе PC, так и в секторе бытовой электроники. Однако для быстрого развития сектора бытовой электроники

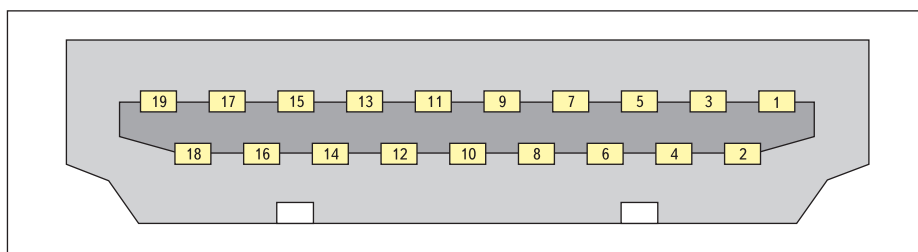


Рис. 2. Разъем HDMI Molex 500254-1907

функций, заложенных в DVI в 1999 году, уже оказалось недостаточно. Новый стандарт, названный High Definition Multimedia Interface (HDMI), был разработан специально для использования в секторе бытовой электроники. Инициаторы разработки стандарта — крупные производители бытовой видеоаппаратуры, такие фирмы, как Hitachi, Matsushita Electric Industrial (Panasonic), Philips, Sony, Thomson (RCA), Toshiba и Silicon Image. Поддержку стандарта обеспечили крупнейшие кинокомпании: Fox, Universal, Warner Bros. и Disney.

Первая спецификация стандарта появилась в 2002 году. Стандарт обеспечивает поддержку видео с высоким разрешением и мультисканальный аудиосигнал в одном цифровом интерфейсе. В основу HDMI положены спецификации цифрового интерфейса DVI, с которым стандарт HDMI обратно совместим. В качестве соединителя предлагается миниатюрный недорогой разъем фирмы Molex, пригодный для применения и в мобильных устройствах типа цифровых видеокамер. На рис. 2 показан разъем HDMI Molex типа 500254-1907.

HDMI является универсальным интерфейсом для бытовой видеоаппаратуры, позволяющим передавать несжатый видеосигнал и многоканальный звук высокого качества в цифровом формате по одному кабелю (табл. 1). Спецификация HDMI 1.0 предусматривает возможность передачи:

- цифрового видеосигнала в формате HDTV с шириной потока 2,2 Гбит/с (несжатый видеосигнал с разрешением 1280×720 пикселей в режиме прогрессивной развертки или с разрешением 1920×1080 пикселей в режиме чересстрочной развертки; разрядность — до 24 бит на пиксель; поддерживаются и другие, более ранние форматы, в частности EDTV — 640×480, 720×480 и 720×576 пикселей в режиме прогрессивной развертки и SDTV — 720×480 и 720×576 пикселей в режиме чересстрочной развертки);
- стереофонического или многоканального цифрового аудиосигнала (до восьми звуковых каналов с частотой дискретизации 32; 44,1 или 48 кГц и разрядностью 16 бит);
- управляющих сигналов, принимаемых с пульта ДУ любого из включенных в цепь устройств.

Полоса пропускания канала HDMI составляет 5 Гбит/с, и в нынешней версии интерфейса она используется менее чем на 50%.

Таблица 1. Назначение контактов разъема HDMI

Вывод	Название сигнала	Вывод	Название сигнала
1	TMDS Data2+	2	TMDS Data2 Shield
3	TMDS Data2-	4	TMDS Data1+
5	TMDS Data1 Shield	6	TMDS Data1-
7	TMDS Data0+	8	TMDS Data0 Shield
9	TMDS Data0-	10	TMDS Clock+
11	TMDS Clock Shield	12	TMDS Clock-
13	CEC	14	Reserved (N.C. on device)
15	SCL	16	SDA
17	DDC/CEC Ground	18	+5 V Power
19	Hot Plug Detect	-	-

Помимо передачи высококачественного аудио- и видеосигнала в цифровом формате, интерфейс HDMI позволяет управлять всеми соединенными устройствами с одного пульта, а в перспективе — и с клавиатуры ПК.

Спецификация для дополнительного канала передачи управляющей информации CEC EIA/CEA-861A была разработана подкомитетом цифровых телевизионных интерфейсов CEA Digital Television (DTV) Interface. Стандарт описывает соединения DTV-дисплея с различными телевизионными приставками (set-top box), DVD-плеерами и другими источниками видео. Новая версия стандарта EIA/CEA-861B определяет протокол для передачи DTV-сигналов через некомпьютеризированный цифровой видеоинтерфейс, такой как DVI, LVDS или Display Interface (Open LDI), разработанный National Semiconductor. Расширение обеспечивает передачу дополнительной информации через перечисленные физические интерфейсы, включая аудио, признаки источника сигнала и параметры передаваемого видеоряда.

Немаловажная деталь, всегда приветствуемая производителями: интерфейс HDMI обладает обратной совместимостью с DVI, что позволяет изготавливать несложные переходники для подключения цифрового видеосигнала от бытовых устройств к компьютерным мониторам, оснащенным цифровым интерфейсом.

Для защиты аудио- и видеоряда от несанкционированного копирования и видеопиратства в оснащенных HDMI устройствах будет использоваться технология High-bandwidth Digital Content Protection (HDCP). Сигнал при передаче на лету подвергается шифрованию, а декодируется уже в принимающем устройстве.

Технология защиты цифрового контента HDCP в свое время была разработана комитетом Digital Content Protection — дочерним

предприятием Intel. Лицензионная информация HDCP хранится в специальном секторе памяти базовой системы ввода-вывода (Secure ROM), установленной на плате контроллера. Видеоадаптеры, проданные без лицензии HDCP в памяти, нельзя «модифицировать» позже. Лицензия записывается в память в процессе изготовления устройства. Компании-производители должны вместе с лицензией получить и программные ключи для «прошивки» в BIOS выпускаемых видеокарт. Лицензии на HDMI приобрели такие крупные компании, как Hitachi, Matsushita Electric, Philips, Sony, Thomson, Toshiba и Silicon Image.

Рынок устройств, оснащенных интерфейсом HDMI, увеличился с 5 млн в 2004 году до 17,4 млн в 2005-ом. В то же время сектор устройств с DVI-интерфейсом достиг отметки 66 млн в 2006 году и начинает уменьшаться.

Основные производители микросхем декодеров и декодеров интерфейсов DVI & HDMI:

- Analog Devices;
- Analogix Semiconductor;
- Broadcom;
- Genesis Microchip;
- Philips Semiconductor;
- Pixelworks;
- RedMere Technology;
- Silicon Image;
- Texas Instruments (TI);
- Zoran.

## К вопросу о защите видеоданных

Защита видеоряда никак не влияет на качество изображения, а вот на цену и права потребителей влияет очень сильно. Введение функции защиты в первую очередь является средством гигантов кино- и видеоиндустрии для получения еще большей прибыли за счет захвата части рынка у пиратов. Теперь перехват изображения для прекращения несанкционированного просмотра будет производиться в интерфейсе дисплейной аппаратуры! Заинтересованная сторона и заказчики этой защиты — крупнейшие голливудские кинокомпании. Если взглянуть на финансовые дела кинофирм — не так уже они и печальны. Компании процветают, бюджеты фильмов растут, растут и доходы. Киноартисты принадлежат к категории самых богатых людей на Земле. Киноиндустрия считается довольно прибыльной отраслью и спрос на продукцию постоянен. Считать недополученную прибыль путем подсчета «пиратской» продукции не совсем корректно. Даже при отсутствии «пиратов» кинокомпания все равно не выдать этих денег. А вот польза от «пиратов» есть. С одной стороны, они являются бесплатными пропагандистами голливудской продукции. А реклама товаров, образа жизни, навязывания стереотипов поведения, содержащихся в фильмах, —

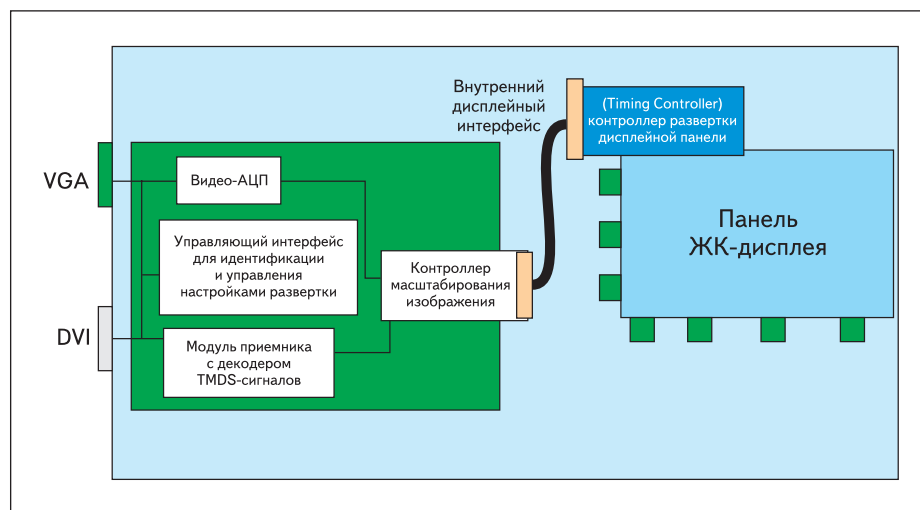


Рис. 3. Типовая архитектура современного ЖК-монитора с интерфейсами VGA и DVI

разве это не стоит денег? Следует заметить, что убытки от производства любой продукции, будь то урожай хлеба, микросхемы или DVD-диски, всегда присутствуют. В одном случае часть урожая гибнет от влияния погоды, вредителей, грызунов, за счет потерь во время хранения и транспортировки. Часть произведенных микросхем оказывается устаревшей и невостребованной на рынке. Да и на сами диски спрос быстро падает по мере устаревания. Так стоит ли игра свеч? Мечта любого производителя — при малых затратах произвести продукт, который бы вечно покупали во всех уголках Земли. Так не бывает. Это больше похоже на проявление непомерной алчности. Производители микросхем, в которых аппаратно реализуется защита видеоряда, тоже при деле. Клиент щедро платит за разработку защиты. Да и в дальнейшем предполагается собирать хороший урожай за счет продажи лицензий на использование технологии защиты видеоданных производителям дисплейной аппаратуры.

Какая бы сложная не оказалась защита и сколько бы уровней она не имела — ее эффективность является временным явлением. Со стороны «пиратов» защитникам интеллектуальных прав Голливуда противостоят очень квалифицированные кадры и современная технология «пиратов» многих стран мира. К тому же утечка секретной информации о методах кодирования неизбежна. Это лишь вопрос времени.

### Дисплейный интерфейс DisplayPort. Зачем потребовался новый стандарт?

Решение о начале разработки нового цифрового дисплейного интерфейса DisplayPort было принято VESA в мае 2005 года. Новый дисплейный стандарт хотя и является универсальным по сути, предназначен, в первую очередь, для использования в секторе PC. Одной из целей разработки новой спецификации

была унификация цифровых интерфейсов для мониторов и внутренних интерфейсов дисплейных панелей ноутбуков. Существующие цифровые интерфейсы (DVI, HDMI или LVDS), применяемые в персональных компьютерах в настоящее время, не имеют перспектив развития в данном направлении. Внутренний цифровой дисплейный интерфейс (внутри мониторов и ноутбуков) требует для увеличения полосы пропускания большего числа проводников. А это усложняет и удорожает конструкцию устройства. К тому же внешний интерфейс, такой как DVI, не имеет возможности для расширения функций и несовместим с внутренним интерфейсом, поэтому требуется преобразование сигналов внешней шины в формат внутренней шины внутри монитора. На рис. 3 показана типовая архитектура ЖК-монитора с интерфейсами VGA и DVI.

Управление разверткой TFT-панели производят микросхемы контроллера развертки TCON, которые в большинстве случаев имеют интерфейс LVDS. Есть микросхемы контроллеров развертки дисплеев и с интерфейсом RSDS, но он очень близок к LVDS. Как видно из рисунка, для того чтобы обеспечить сопряжение внешних дисплейных интерфейсов VGA и DVI с внутренним дисплейным интерфейсом LVDS (контроллера развертки), требуется преобразование формата входных сигналов.

Для того чтобы уменьшить сложность и цену внешних и внутренних дисплейных соединений, назрела необходимость создания нового общего интерфейса как для устройств бытовой дисплейной электроники, так и для мониторов ПК.

Цель разработки — обеспечить недорогое эффективное, масштабируемое решение для промышленного стандарта, которое подходило бы как для внешних, так и внутренних дисплейных соединений.

DisplayPort должен стать следующим поколением цифровых дисплейных интерфейсов.

## Заинтересованные стороны

Стандарт DisplayPort в настоящее время разрабатывается инициативной группой, представленной компаниями Hewlett-Packard, ATI Technologies, Dell, Genesis Microchip, NVIDIA, Royal Philips Electronics, Samsung Electronics, Tyco, Molex. В группе представлены крупные компании, которые являются производителями отдельных компонентов для современных дисплейных интерфейсов, а также дисплеев. В частности, Molex и Tyco в этой группе ответственны за разработку разъема DisplayPort. Genesis Microchip разрабатывает архитектуру контроллера интерфейса, драйверы интерфейса и протоколы передачи данных. Как инициаторы, они в первую очередь заинтересованы в получении своей доли в секторе производства дисплейного оборудования с использованием DisplayPort. А данный сектор мировой индустрии довольно велик: персональные компьютеры, DVD-плееры, ноутбуки, проекционные дисплеи и т. д. Однако и другие фирмы, не входящие в число инициаторов, также надеются получить свой «кусочек пирога». Так, фирма Analogix Semiconductor уже разработала приемники для сигналов формата HDMI и передатчики DisplayPort. Фирма Silicon Image выпускает свой приемник HDMI Si9011.

Ключевые игроки в разработке цифрового дисплейного интерфейса DisplayPort:

- Dell и HP — крупнейшие производители PC OEM;
- ATI и NVIDIA — лидеры индустрии графических контроллеров;
- Samsung, Philips и Genesis — лидеры дисплейной электроники;
- Molex и Tyco — два крупнейших поставщика соединителей в мире.

## Отличие DisplayPort от HDMI

HDMI предназначен в основном для сектора бытовой электроники, и члены VESA не считают, что этот интерфейс является хорошим решением для сектора мониторных интерфейсов для ПК. В первую очередь потому, что интерфейс не имеет достаточной полосы пропускания, чтобы обеспечить передачу видеосигналов изображения, имеющих высокое разрешение и большую глубину цвета.

## Назначение DisplayPort

Предполагается, что интерфейсами DisplayPort (рис. 4) будут оснащены графические контроллеры персональных компьютеров, мониторы и дисплейные панели ноутбуков. Этот же интерфейс будет использоваться и как внутренний для мониторов для схемы TCON. Интерфейс можно будет использовать для подключения к источникам видеосигнала (например, компьютерам или DVD-плеерам) плазменных панелей, жидкокристаллических мониторов, ЭЛТ-мониторов и проекционных дисплеев.



Рис. 4. Структура соединений интерфейса DisplayPort

Новый видеоинтерфейс будет применяться не только для соединения различного оборудования между собой: ПК и монитора; ПК и проектора; ПК и ТВ с аудиоинтерфейсом, но и для связи внутри устройств, например для подключения дисплейной панели к системной плате в ноутбуках. Видеоинтерфейс DisplayPort будет обеспечивать возможность передачи аудиосигнала и обладать функциями защиты видеопотока. Встроенные средства защиты, в частности, позволят отображать содержимое документа или видеофайла только на ограниченном количестве «доверенных» устройств в соответствии с наложенными владельцем авторских прав ограничениями. Теоретически это должно будет предотвратить несанкционированное копирование или доступ к конфиденциальной информации. Разработчиком системы защиты для DisplayPort является компания Philips. Эта система будет лицензироваться отдельно.

#### Спецификации DisplayPort

Спецификации DisplayPort устанавливают:

- параметры источника и приемника сигналов, характеристики интерфейса, повторители сигналов;
- физический уровень и протокол канала;
- спецификацию защиты видеоконтента;
- порядок тестирования и сертификации.

#### Ключевые характеристики интерфейса

- Для передачи данных может использоваться 1, 2 или 4 шины в зависимости от требуемой полосы пропускания. Это обеспечивает масштабируемость интерфейса в зависимости от частоты кадровой развертки (для ЭЛТ) и разрядности цветовой палитры.
- По каждой шине передается композитный сигнал «данные + синхронизация». Нет отдельной шины синхронизации линий передачи данных.
- Скорости передачи: 2,7 Гбит/с или 1,62 Гбит/с для одной пары.
- Суммарная полоса пропускания основного канала при использовании всех 4 шин составляет 10,8 Гбит/с (более чем в два раза шире полосы DVI и с тем же количеством проводников).
- Двухнаправленный дополнительный канал 1 Мбит/с.
- Микропакетный формат передачи видео и аудио.
- Поддержка режима HotSwap и Plug & Play.
- Низкое потребление и малый уровень ЭМИ.
- Длина кабеля до 15 метров.

- Компактный разъем с защелкой-фиксатором.

Особенность интерфейса — масштабируемость. Это понятие относится к таким параметрам, как разрешение экрана, разрядность кодирования цветов, частоты развертки. Увеличение каждого из параметров требует расширения полосы передаваемого сигнала. В интерфейсе DisplayPort используется последовательная передача данных со встроенным сигналом синхронизации. Это облегчает синхронизацию данных, поскольку при больших частотах для отдельно передаваемых сигналов данных и синхронизации возникают фазовые смещения, которые зависят от типа и длины интерфейсного кабеля. Дифференциальные сигналы данных со встроенной синхронизацией передаются по витым парам — трассам. Разъемы, разработанные для нового стандарта, тоньше современных разъемов DVI и D-Sub. Применение нового типа интерфейса позволит увеличить уровень интеграции как платы графического контроллера, так и платы электроники монитора и уменьшить стоимость реализации канала передачи данных. Обычно TMDS-передатчики интерфейса DVI на плате графического контроллера выполнены в виде отдельной микросхемы (рис. 5).

Технология DisplayPort предполагает повышение уровня интеграции. Поэтому интерфейсные передатчики DisplayPort изначально планируется интегрировать в сам чипсет (рис. 6).

На рис. 7 показана архитектура монитора с интерфейсом DisplayPort.

DisplayPort позволяет увеличить уровень интеграции дисплейной панели, исключить лишнее конвертирование сигналов при переходе от внешнего к внутреннему интерфейсу и тем самым уменьшить в архитектуре монитора долю остальной электроники.

Применение DisplayPort позволит сократить число проводников в кабеле, соединяющем через шарнирное соединение дисплейную панель ноутбука с интерфейсом графического контроллера системной платы. На рис. 8 показано применение интерфейса DisplayPort в качестве интерфейса дисплейной панели.

#### Микропакетный формат передачи данных

Существует два типа передачи видеoinформации в цифровой форме. В первом слу-

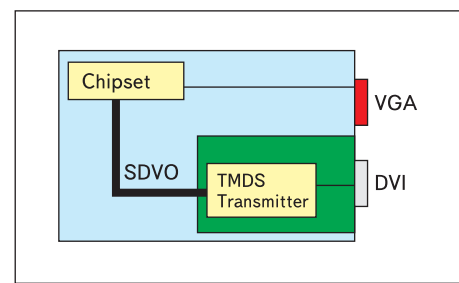


Рис. 5. Применение DVI в плате графического контроллера требует отдельной микросхемы TMDS-передатчика

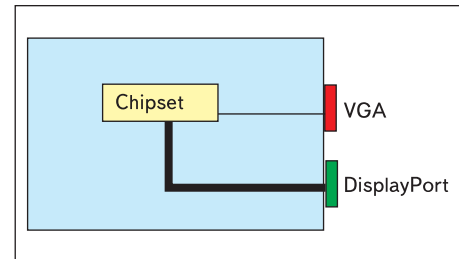


Рис. 6. Архитектура графической платы с портом DisplayPort — интерфейсные передатчики интегрированы в чипсет

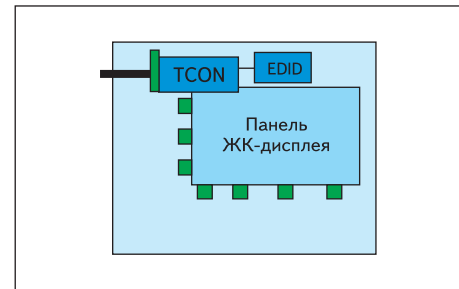


Рис. 7. Архитектура монитора с интерфейсом DisplayPort

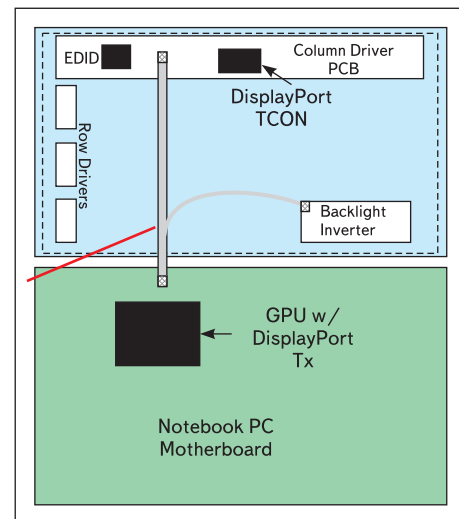


Рис. 8. Применение DisplayPort позволяет уменьшить число проводников в интерфейсе панели разрешения XGA с 16 до 2, и с 20 до 8 проводников для панели с разрешением больше UXGA

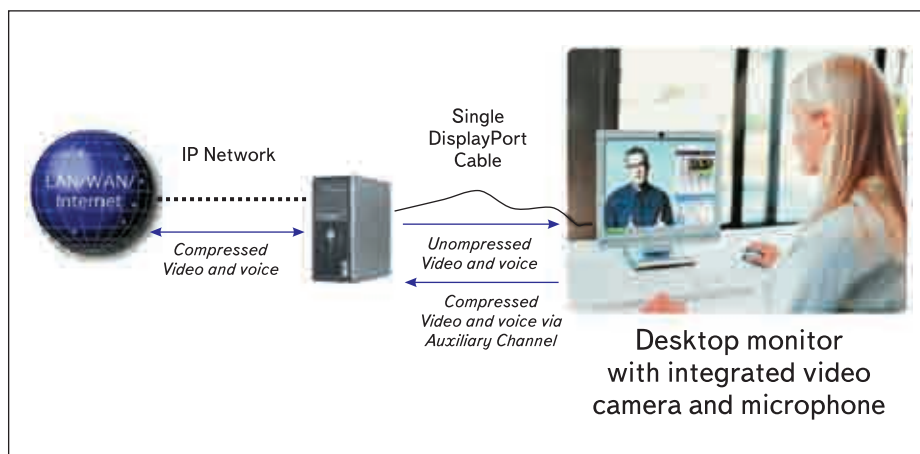


Рис. 9. Применение микропакетного формата DisplayPort для передачи сжатых потоков видео и аудио через дополнительный канал



Рис. 10. Через один порт DisplayPort можно передавать информацию для нескольких приемников видео- и аудиосигналов одновременно. Это позволит упростить реализацию соединений блочной видеоаппаратуры

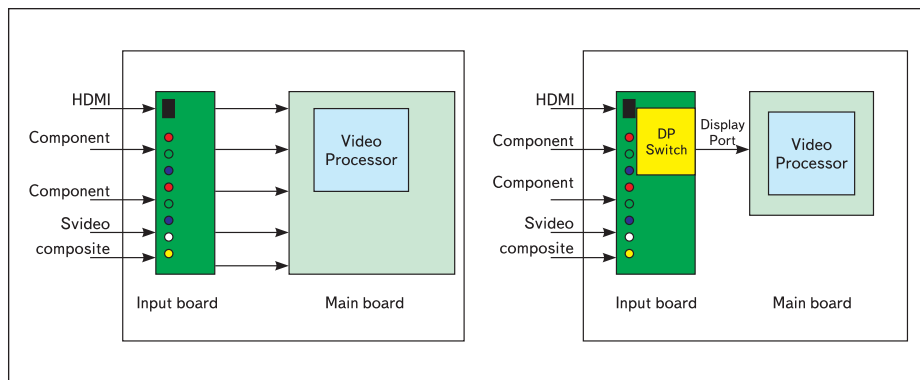


Рис. 11. Микропакетная архитектура DisplayPort может быть также использована и для поддержки канала внутреннего интерфейса телевизионных ЖК-панелей, что упростит реализацию соединений внутри телевизоров

чае в последовательном потоке просто следуют аналоговые данные изображения — сигналы RGB, преобразованные в цифровую форму. Во втором случае последовательный поток структурирован, и данные упакованы в пакеты. Наличие пакетного формата, с одной стороны, требует большей полосы пропускания, а с другой — предоставляет новые

возможности для интегрированной передачи смешанной информации, информации для нескольких получателей от одного источника или же информации от нескольких источников для одного приемника.

В интерфейсе DisplayPort микропакетный формат передачи данных применяется как в основном, так и в дополнительных каналах.

Архитектура микропакетной передачи смешанного аудио- и видеотрафика позволяет поддерживать ряд функций:

- режим «картинка в картинке», объединение в кабеле информации от нескольких источников видеосигнала;
- цепочечное соединение нескольких дисплеев, отображающих составное изображение вплоть до форматов 6×1080 строк и 3×1080 строк через один кабель;
- включение дополнительных видеопакетов meta-data, таких как PSIP;
- высокоскоростной дополнительный канал для передачи двунаправленного потока аудиомикрофон, аудиочат, VoIP;
- низкоскоростной сжатый видеотрафик от веб-камеры;
- канал управления играми без задержки;
- прозрачный канал дистанционного управления дисплеем или видеооборудованием.

На рис. 9 показана мультимедийная система, в которой используется интегральный метод передачи данных в микропакетном режиме через дополнительный канал DisplayPort со стороны встроенной в монитор видеокамеры и микрофона в компьютер для последующей трансляции в Интернет.

Микропакетный режим позволяет транслировать в едином канале несколько фрагментов видеoinформации для разных потребителей. На рис. 10 показана схема реализации соединений комплексной мультимедийной аппаратуры через один кабель DisplayPort.

В архитектуре современных цифровых телевизоров видеопроцессор должен иметь несколько каналов соединений с платой входных интерфейсов и PIP/PAP, а это увеличивает сложность и стоимость электроники телевизора (рис. 11).

С интерфейсом DisplayPort видеопроцессор может принимать несколько входных потоков через один кабель, что значительно упрощает схему соединений.

## Соединители интерфейса DisplayPort

В спецификации интерфейса описаны два типа коннекторов для внешнего и внутреннего типов интерфейса. На рис. 12 показан



Рис. 12. Общий вид внешнего интерфейсного соединителя DisplayPort

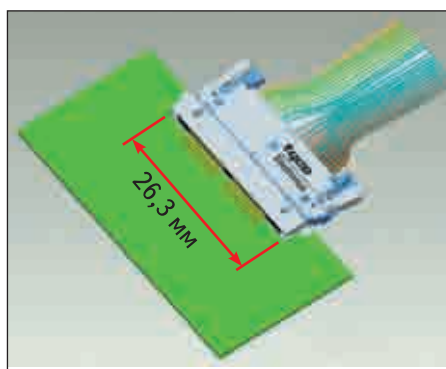


Рис. 13. Разъем для внутреннего интерфейса DisplayPort

общий вид внешнего интерфейсного соединителя.

Он значительно меньше по размерам, чем разъем DVI, требует меньших усилий для соединения и разъединения вилки и розетки, а также нуждается в винтовых фиксаторах. На рис. 13 показан разъем для внутреннего интерфейса дисплейной панели в ноутбуках.

Он на 30% меньше соединителя внешнего интерфейса и обеспечивает полосу пропускания в 3,8 раза большую, чем существующие LVDS-соединители в ноутбуках. Вилка и розетка имеют профиль не более 1,1 мм. Конструкции контактных групп обеспечивают легкое сочленение и разъединение узлов. Длина внутреннего кабеля может достигать длины 610 мм. Данный тип соединителя может применяться как в ноутбуках, так и в телевизионных ЖК-панелях.

### Защита видеоданных DisplayPort

Разработку системы защиты видеоданных интерфейса DisplayPort производит фирма Philips. Точной информации о данной разработке нет. Известно лишь, что система абсолютно не совместима с HDCP, применяемой в стандарте HDMI. Для высокоскоростного кодирования используются 128-разрядные кодовые ключи. Авторизация производится по стандарту RSA.

### Сравнение параметров интерфейсов DisplayPort, DVI и LVDS

В таблице 2 приведено сравнение базовых параметров интерфейсов DisplayPort и DVI. В таблице 3 приведено сравнение параметров DisplayPort применительно к внутренним соединениям и LVDS, который, как правило, используется в качестве внутреннего дисплейного интерфейса в ноутбуках.

### Планы внедрения стандарта DisplayPort

Одобрение и принятие стандарта VESA DisplayPort планируется провести во вто-

Таблица 2. Сравнение параметров интерфейсов DisplayPort и DVI

Параметр	DisplayPort	DVI
Число пар для передачи сигналов изображения следующих форматов экрана и бит кодирования на пиксель 1680×1050/18 бит 1600×1200/30 бит 2048×1536/36 бит	1 пара проводников 2 пары проводников 4 пары проводников	4 пары проводников 7 пар проводников не поддерживается
Скорость передачи по одной витой паре, Гбит/с	2,7	До 1,65
Суммарная полоса пропускания при использовании 4 дифференциальных пар, Гбит/с	10,8	4,95
Развязка сигналов по постоянной составляющей	да	нет
Поддержка передачи аудиосигналов	да	нет
Дополнительные каналы	1 Мбит/с дополнительный канал	Только канал управления DDC
Метод кодирования в канале	ANSI 8 В/10 В (не требуется лицензирование)	TDMS (лицензия)
Защита видеоданных	Метод, разработанный Philips	HDCP опционально
Протокол	Микроадресная передача	Оцифрованный последовательный аналоговый видеосигнал
Поддержка внутреннего соединения (ноутбуки)	Есть даже в первой версии	нет
Метод уменьшения ЭМИ	Нет отдельного канала тактового сигнала Уменьшение числа пар проводников Скремблирование данных Расширение спектра	

Таблица 3. Сравнение параметров интерфейсов DisplayPort и LVDS

Параметр	DisplayPort	LVDS
Число пар для передачи сигналов изображения следующих форматов экрана и бит кодирования на пиксель 1680×1050/18 бит 1600×1200/30 бит 2048×1536/36 бит	1 пара проводников 2 пары проводников 4 пары проводников	4 пары проводников 12 пар проводников 14 пар
Скорость передачи по одной витой паре, Гбит/с	2,7	Только до 0,945
Суммарная полоса пропускания при использовании 4 дифференциальных пар, Гбит/с	10,8	2,835
Развязка сигналов по постоянной составляющей	да	нет
Дополнительные каналы	1 Мбит/с дополнительный канал	Только канал управления DDC
Автор стандарта	VESA	ANSI
Мощность потребления канала передачи	72 мВт (питание 1,8 В) передатчик 90 мВт (питание 1,8 В) приемник	99 мВт (питание 3,3 В) передатчик 142 мВт (питание 3,3 В) приемник
Поддержка внутреннего соединения (ноутбуки)	Есть даже в первой версии	Фактический стандарт на текущий момент
Метод уменьшения ЭМИ	Нет отдельного канала тактового сигнала Уменьшение числа пар проводников Скремблирование данных Расширение спектра	

ром квартале 2006 года. Система кодирования для защиты видеоданных, разрабатываемая Philips, также должна быть представлена во втором квартале 2006 года. Во втором полугодии должны появиться образцы трансиверов для поддержки интерфейса, и будут разработаны первые образцы продукции, оснащенной интерфейсом DisplayPort.

Может показаться, что стандарты HDMI и DisplayPort предназначены для разных секторов дисплейного рынка и не являются прямыми конкурентами. Однако в нынешнем году обнаружилась тенденция к активному проникновению HDMI и в сектор PC. Можно предположить, что уже в ближайшем будущем сферы интересов HDMI и DisplayPort пересекутся. Процесс конвергенции объективен, к тому же у данных спецификаций много эквивалентных параметров, дающих возможность использования обоих интерфейсов как в бытовых, так и в компьютерных устройствах. DisplayPort потенциально является более функциональным и мощным интерфейсом. У HDMI есть свое преимущество — почти трехлетний опыт активного применения на рынке, а также поддержка со стороны более 250 производителей.

### Микросхемы дисплейных интерфейсов для HDMI и DisplayPort фирмы Analogix

Компания Analogix Semiconductor ([www.analogix.com](http://www.analogix.com)) разрабатывает чипсеты для поддержки интерфейса DisplayPort. В настоящий момент Analogix разработала микросхемы драйверов и приемников интерфейса DisplayPort и провела совместно с другой фирмой-разработчиком видеочипсетов — Genesis Microchip — успешные испытания прототипа интерфейса DisplayPort.

Микросхема ANX9801 является передатчиком интерфейса DisplayPort и предназначена для установки в платах графических контроллеров ПК. Скорость передачи для видеотрафика 10,8 Гбит/с позволит поддерживать формат изображения дисплеев QSXGA (2560×2048) при использовании одной витой пары в интерфейсе DisplayPort. Микросхема ANX9801 выпускается в корпусе QFN-72 с 72 выводами и стоит около \$3 в больших партиях. Образцы доступны с первого квартала 2006 года.

Фирма была образована в марте 2002 года. Она разрабатывает аналоговые и смешанные аналого-цифровые микросхемы для

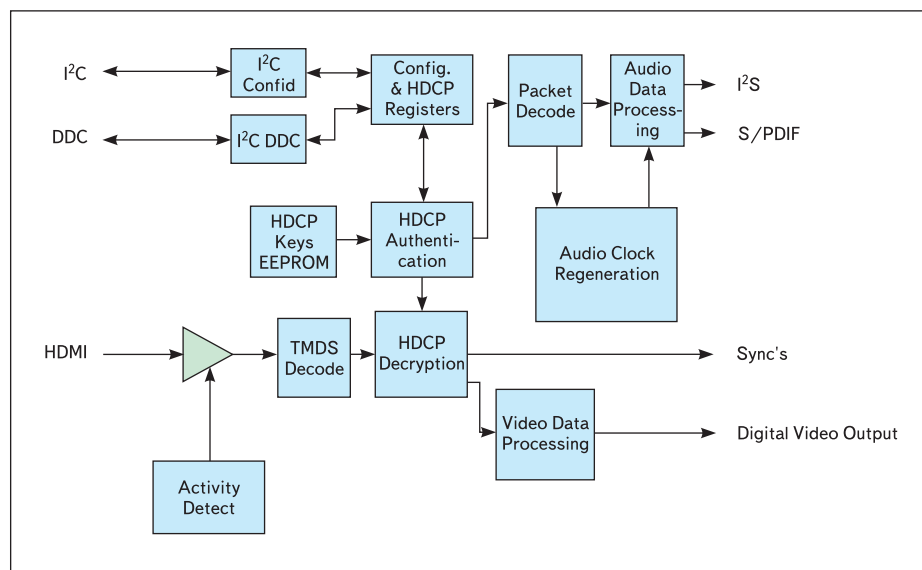


Рис. 14. ANX9011 — мультимедийный приемник сигнала в формате HDMI

мультимедийной аппаратуры и скоростных интерфейсов. Analogix имеет дизайн-центр в Пекине. Фирма впервые в мире разработала интегральный HDMI-приемник, обеспечивающий передачу данных при длине кабеля 25 м. Она известна также разработкой удачных трансиверов, обеспечивающих скорости передачи данных на уровне 25 Гбит/с по витой паре. Теперь фирма разрабатывает трансиверы для поддержки дисплейных интерфейсов HDMI и DisplayPort.

Приемники HDMI:

- ANX9011 — одноканальный приемник HDMI;
- ANX9021 — двухканальный HDMI-приемник.

На рис. 14 показана структура микросхемы ANX9011 — мультимедийного приемника фирмы Analogix.

Одноканальный HDMI-приемник поддерживает соединение, работающее со скоростями передачи данных до 165 Мпиксель/с.

Приемник ANX9011 может декодировать до восьми каналов цифровых аудиосигналов с частотой дискретизации до 192 кГц. Данная функция рассчитана на применение в интегральных домашних кинотеатрах и телевизионных системах высокой четкости.

Трансиверы DisplayPort:

- ANX9801 — одноканальный передатчик DisplayPort;
- ANX9803 — двухканальный передатчик DisplayPort.

## Разработка дисплейного интерфейса UDI

В процессе обсуждения планов разработки нового дисплейного интерфейса DisplayPort произошла поляризация мнений, и команда членов VESA разделилась на два лагеря. С одной стороны, стандарт давал новые преиму-

щества и обеспечивал лучшие параметры, чем действующие на текущий момент стандарты DVI и HDMI, но с другой стороны, он был полностью не совместим с ними. Мнения разделились. Часть крупных компаний поостереглась восторженно поддерживать революционный стандарт, опасаясь повторения печальной истории с разработкой DFP и Plug & Display. Более радикальная часть предлагала развивать дисплейный интерфейс, сохраняя совместимость с интерфейсами DVI и HDMI. Сторонников революционного подхода DisplayPort оказалось больше. Однако страсти не улеглись и после создания комитета разработчиков новой спецификации DisplayPort. Сторонники эволюции создали свою инициативную группу SIG (Special Interest Group) для разработки новой спецификации дисплейного интерфейса UDI (Unified Display Interface). В составе инициаторов группы — крупнейшие компании, имеющие интересы в секторе дисплейной аппаратуры. Группа была создана 20 декабря 2005 года. Немаловажно, что инициатива группы UDI была поддержана и представителями крупнейшей голливудской кинокомпании Warner Bros.

Основные члены комитета UDI SIG — Apple, Intel, LG, National Semiconductor, Samsung Electronics, Silicon Image, ATI, Philips, Analogix и др. В дальнейшем к данной группе присоединились: крупный производитель графических контроллеров фирма NVIDIA, производитель полупроводниковых приборов THine Electronics, производители кабелей и соединителей FCI, Foxconn и JAE.

Следует заметить, что Dell, ATI и Samsung являются членами VESA. Их представители состоят в совете директоров VESA и одновременно являются сподвижниками DisplayPort. ATI и Samsung к тому же являются сторонниками HDMI. Хотя Samsung был одним из инициаторов группы DisplayPort, их не-

давно проявленное лидерство в комитете UDI SIG позволяет думать, что мнение компании относительно перспектив DisplayPort несколько изменилось. У части членов VESA сложилось мнение, что концепция DisplayPort в настоящий момент не совсем адекватна потребностям рынка. Требование совместимости — вот узловая точка противоречий в стане разработчиков нового дисплейного стандарта. Еще одна из проблем совместимости — конвертирование систем защиты видеоданных. Нужно принять во внимание, что у потребителей находится уже несколько миллионов устройств с HDMI-интерфейсом, и лишать их доступа к видеoinформации в формате защиты DisplayPort вряд ли является приемлемым. Конвертор же HDCP/DisplayPort получается довольно дорогим и сложным. К тому же система защиты, разработанная Philips для DisplayPort, также требует лицензирования и лицензионных отчислений.

Участие крупных компаний одновременно в нескольких конкурирующих комитетах позволяет им держать руку на пульсе событий, позаботиться о своих интересах и попасть в первые ряды при «разделе добычи». В зависимости от хода событий такая позиция дает возможность блокировать продвижение того или иного стандарта, опять-таки в своих интересах. Таким образом, продвижение стандартов связано с разделом большого сектора рынка PC и CE. Теперь рынок расширился — мониторы, телевизоры, проекторы, ноутбуки, производство новых микросхем, разъемов, ПО. Есть за что побороться. Тот, кто победит, сумеет реализовать свое лидерство.

Несмотря на параметрическое преимущество DisplayPort перед DVI и HDMI, нет уверенности в победе DisplayPort над UDI. Представители таких компаний, как Dell, также находятся в сложной ситуации. С одной стороны, они являются крупными производителями оборудования в формате HDMI, с другой — инициаторами разработки DisplayPort. Наступить на горло собственной песне? Боб Майер, который является представителем HP в VESA и одновременно входит в совет директоров VESA, считает, что стандарт HDMI не выживет в конкурентной борьбе с DisplayPort, и дни его жизни сочтены. Хотя история знает примеры другого плана. Например, интерфейс VGA пытались вытеснить из употребления уже много раз. А он жив до сих пор и уживается параллельно с цифровым стандартом DVI.

Так что единого мнения и прогнозов относительно судьбы действующих и разрабатываемых дисплейных стандартов в настоящее время нет.

Согласно пресс-релизу комитета разработчиков данного стандарта, «UDI должен стать новым стандартом дисплейного интерфейса для настольных персональных компьютеров, рабочих станций, ноутбуков и мониторов для ПК, заменяя устаревший аналоговый стан-



дарт VGA, но сохраняя линию совместимости с действующим на сегодняшний момент стандартом DVI».

Таким образом, сейчас представлены две концепции — эволюционная (HDMI — UDI) и революционная (DisplayPort). Первая обеспечивает безболезненный переход, но содержит меньше улучшений и возможностей для будущего развития. Второй подход основан на разрыве со всеми остальными стандартами и полной несовместимостью, но имеет большие перспективы развития и расширения. Естественно, второй подход более болезненный для рынка, ведь рынок развивается по природным законам постепенной эволюции.

## Ключевые отличия UDI от HDMI

Для интерфейса UDI разработан разъем (рис. 15), отличающийся по конструкции от разъемов интерфейсов DVI, HDMI и DisplayPort.

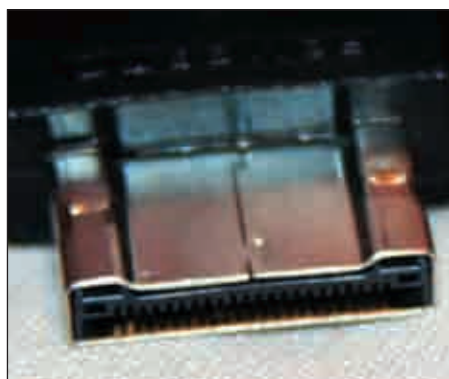


Рис. 15. Разъем UDI.  
Производитель разъема — фирма JAE

Субминиатюрный плоский 26-контактный разъем UDI имеет шаг контактов 1 мм (рис. 16). Производители: JAE, Hirose, Molex, Tyco.



Рис. 16. Разъемы интерфейсов HDMI (справа) и UDI (слева)

В интерфейсе используется один унифицированный тип соединителя, который должен применяться как для внешнего соединения монитора и контроллера ПК, так и для внутреннего соединения дисплейной панели ноутбука с видеоконтроллером на системной плате.

Поскольку интерфейс предназначен исключительно для использования в секторе PC, из разъема исключен канал передачи аудиосигналов.

Один из недостатков HDMI — этот интерфейс является лицензионным. Каждый производитель, который собрался выпускать изделия с интерфейсом HDMI, обязан купить лицензию за \$15 000 у HDMI-комитета для каждого типа устройства! Кроме того, нужно платить лицензионные отчисления — около \$0,15 за каждое устройство с интерфейсом HDMI. Естественно, все это не способствует уменьшению себестоимости и конечной цены устройству.

Интерфейс UDI должен стать открытым и нелицензируемым. Этим он и привлекает сотни производителей, для которых покупка лицензий, в том числе и на кабели, является непомерной ношей. Декларирована открытость стандарта для компаний, не являющихся членами VESA, то есть использование стандарта производителями не требует лицензирования. Однако производитель должен приобрести стандарт и оплачивать годовые за его применение. (Плата за использование стандарта определяется затратами на разработку технологии интерфейса, поддержку, развитие и тестирование. Производитель платит только за стандарт, и эта цена не зависит от числа типов выпускаемых устройств).

## Выводы

С одной стороны, UDI соответствует потребностям рынка ПК, обеспечивает как внутренний, так и внешний дисплейный интерфейс (как DisplayPort). Но с другой стороны, в отличие от DisplayPort, он совместим в части видеointерфейса с HDMI (табл. 4).

Таблица 4. Сравнение сигналов разъемов UDI и HDMI

UDI разъем	Сигнал UDI	Сигнал HDMI	HDMI разъем
1	резерв		
2	резерв		
3	резерв		
4	GND	TMDS Data2 shield	2
5	UDI_Data2+	TMDS Data2+	1
6	UDI_Data2-	TMDS Data2-	3
7	Gnd	TMDS Data1 shield	5
8	UDI_Data1+	TMDS Data1+	4
9	UDI_Data1-	TMDS Data1-	6
10	Gnd	TMDS Data0 shield	8
11	UDI_Data0+	TMDS Data0+	7
12	UDI_Data0-	TMDS Data0-	9
13	Gnd	TMDS Clock shield	11
14	UDI Clk+	TMDS Clock +	10
15	UDI Clk-	TMDS Clock-	12
16	Gnd	DDC/CEC Gnd	17
17	CEC	CEC	13
18	резерв	резерв	14
19	UDI CTRL Clk	SCL	15
20	UDI CTRL Data	SDA	16
21	Питание UDI	+5V	18
22	UDI Hot Plug Detect	Hot Plug Detect	19

Примечание: экраны соединяются с землей со стороны приемника.

UDI является HDMI, оптимизированным под рынок PC. Другими словами — это тот же DVI, но с другим разъемом. Передача звука в монитор в большинстве случаев просто не требуется — обычно он передается по отдельному каналу. Intel также не хочет платить за лицензии HDMI.

UDI, так же как и HDMI, использует высокий уровень технологий (технология PCI,

Таблица 5. Хронология разработки цифровых дисплейных стандартов

Дисплейный стандарт	Дата начала разработки, внедрения	Автор стандарта	Фирмы-разработчики стандарта и промоутеры	Комментарии	Активность стандарта
LVDS ANSI/TIA/EIA-644	Ноябрь 1995 Пересмотрен в 2000	ANSI	National Semiconductor	Широкий спектр применений	Фактический стандарт для дисплейных интерфейсов ноутбуков
Plug & Display	6 янв. 1997	VESA	—	Дорогой и громоздкий разъем, интерфейсы TMDS, USB, IEEE 1394, аналоговый RGB	Практически не используется
DFP	14 фев. 1999	DFP Group	Compaq, ATI	Упрощенная версия P&D, простой и дешевый коннектор MDR20, макс. разрешение SXGA 1280×1024 пикселей, нет аналогового интерфейса	Практически не используется
DVI	2 апр. 1999	DDWG	Лидер группы Intel	Совместимость обратная с DFP, введен аналоговый RGB, DDC/EDID	В настоящий момент лидер применения. Прогноз завершения действия стандарта — 2008 год
HDMI	9 дек. 2002, версия 1.0	Инициативная группа производителей дисплейного оборудования и компонентов	Hitachi, Matsushita Electric Industrial (Panasonic), Philips, Sony, Thomson (RCA), Toshiba, Silicon Image	Совместимость обратная с DVI и DFP, есть аудиоканал, требует лицензирования	Уже используется. Замена DVI в секторе бытовой электроники
DisplayPort	Начало разработки — май 2005, первая версия — 2 квартал 2006	VESA	ATI, Nvidia, Dell, Genesis Microchip, HP, Molex, Philips, Samsung и Tyco	Не совместим ни с одним из стандартов, открытый стандарт, есть дополнительный канал передачи смешанной пакетной информации	В разработке. Универсальный интерфейс для секторов CE и PC, а также внутренний дисплейный интерфейс ноутбуков
UDI	Начало разработки — декабрь 2005	SIG, лидер группы Intel	Apple, Intel, LG, National Semiconductor, Samsung, Silicon Image, NVIDIA, Thine Electronics, FCI, Foxconn и JAE Electronics	Открытый стандарт. Есть совместимость с DVI и HDMI. Нет аудиоканала. Более простой и дешевый вариант HDMI. Не требует лицензирования	В разработке
NAVI	Опубликован в июле 2004	VESA	Hewlett-Packard, Samsung, Molex, Silicon Image, ViewSonic	Новый компактный разъем Molex, обратная совместимость с VGA, HotPlug	Пока не используется

служебный канал DDC/I2C, PnP, кодирование данных HDCP). Интерфейс UDI является усеченной версией HDMI без поддержки передачи аудиосигнала. Как DVI и HDMI, UDI будет поддерживать HDCP для сохранения от несанкционированного просмотра распространяемой видеопродукции. Версия 0.8 спецификации UDI уже опубликована, версия 1.0 будет завершена во втором квартале 2006 года.

Планируется принятие стандарта UDI во II квартале 2006 года.

Эксперты предполагают, что к концу 2008 года HDMI, DisplayPort и UDI полностью вытеснят DVI-интерфейс из сектора бытовой электроники. На компьютерном рынке DVI будет бороться с UDI и DisplayPort.

## Рейнкарнация VGA

Сюрпризом для многих, кто ждал свертывания использования VGA, стала разработка VESA в июле 2004 года нового аналогового интерфейса New Analog Video Interface Standard (NAVI). Основное отличие стандарта — применение наряду со старым соединителем нового, более компактного и плоского соединителя с защелкой. Этот стандарт совместим сверху вниз со своим предшественником VGA. И все-таки вопрос остается — зачем потребовался новый стандарт аналого-

вого видеоинтерфейса? Ответ короткий — реальные попытки повсеместно заменить аналоговый интерфейс на цифровой провалились. Борьба окончилась вничью. Аналоговый интерфейс устоял, и у него осталась своя территория для применения, где он гораздо эффективнее, чем цифровой. Под давлением все тех же заинтересованных производителей VESA пришлось признать этот факт. Функции, которые обеспечиваются по новой спецификации NAVI 1.0 VESA-2004-7:

- VGA совместимость.
- Дополнительный компактный и плоский разъем VESA NAVI-D.
- Поддержка Hot Plugging.
- Поддержка передачи аудиосигналов.
- Двухнаправленное питание от монитора или к монитору.
- Цифровой дополнительный канал с полосой 2,7 Мбит/с.

Дополнительный цифровой канал с разработанным протоколом обеспечивает поддержку многих функций, которые имеются у цифровых дисплейных интерфейсов: двухстороннюю передачу аудиосигналов, команд дистанционного управления и даже защиту видеоданных. ■

## Литература

1. VESA Asia Briefings 4-6 October 2005

2. ANX9011 Single Channel HDMI with WideEye Equalization. Analogix Semiconductor, Inc
3. DVI & HDMI 2005: DVI Gloom, HDMI Boom, DisplayPort & UDI Loom. Research & Market <http://www.researchandmarkets.com/reports/314795/>
4. George Hayek. Unified Display Interface (UDI) Technical Overview.
5. Mark Fihn. HDMI vs. DisplayPort. Display Standard.
6. Самарин А. В. Стандарты дисплейных интерфейсов // Схемотехника. 2001. № 11.
7. Самарин А. В. Обзор современных цифровых дисплейных интерфейсов для плоских экранов // Компоненты и технологии. 2001. № 6.
8. Самарин А. В. GigaStar — скоростной интерфейс для удаленных дисплеев // Электронные компоненты. 2003. № 3.
9. Самарин А. В. Электроника TFT ЖК-дисплеев // Компоненты и технологии. 2004. № 11.
10. Самарин А. В. Архитектура TFT ЖК-панелей для мониторов и ноутбуков // Компоненты и технологии. 2005. № 1.
11. Самарин А. В. Архитектура TFT ЖК-панели для миниатюрных телевизионных приемников // Компоненты и технологии. 2005. № 1.
12. Самарин А. В. PPDS™ — архитектура National Semiconductor для телевизионных ЖК-панелей высокого разрешения // Электронные компоненты. 2004. № 10.
13. Самарин А. В. Дисплейные контроллеры Philips // Компоненты и технологии. 2005. № 1.