

Раздел 3. Лекция 4.

Графическая под-система ПЭВМ,
дисплейные устройства (мониторы) и
проекторы, интерфейсы подключения
дисплейных устройств. Часть 3

Основные вопросы лекции

1. Мультимедийные проекторы.
2. Интерфейсы подключения:
 - аналоговый интерфейс (VGA),
 - цифровой интерфейс (DVI),
 - мультимедийный интерфейс (HDMI),
 - интерфейс DisplayPort.

1. Проекционные технологии

Существует два типа устройств, использующих принцип проецирования изображения:

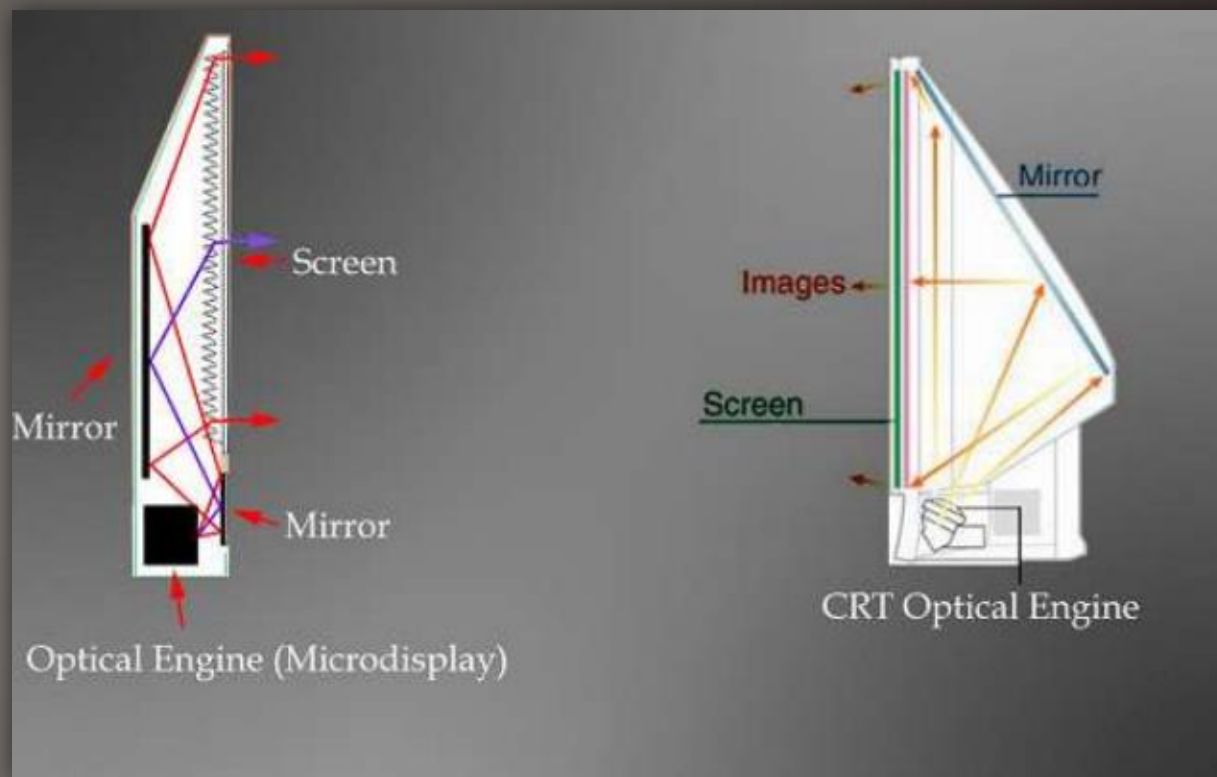
- мультимедийные проекторы типа Front Projection;
- широкоэкранные телевизоры типа Rear Projection.

В них используются одни и те же технологии, но по-разному формируется изображение.

В телевизорах типа Rear Projection изображение на экране является отражением сформированной с помощью проектора картинки. Система зеркал многократно отражает картинку.

Мультимедийные проекторы формируют изображение на отражающем экране, который является внешним по отношению к проектору.

1. Rear Projection TV



Изображение на экране является отражением сформированной с помощью проектора картинку. Система зеркал многократно отражает картинку.

1. Разновидности проекционных технологий

Проекторы отличаются типом устройства, формирующего первичное изображение, которое впоследствии с помощью лампы и оптической системы выводится в объектив.

Существуют четыре базовые технологии:

- **CRT** (Cathode Ray Tube) – электронно-лучевая трубка;
- **LCD** (Liquid Crystal Display) – просветная ЖК-матрица (3 LCD - технология трех ЖК-матриц);
- **LCOS** (DILA - Direct Drive Image Light Amplifier) – зеркальная матрица на основе ЖК-технологии. (**Liquid Crystal on Silicon** — жидкие кристаллы на кремнии, **жидкокристаллическая отражающая технология**);
- **DLP** (Digital Light Processing) – матрица управляемых микрозеркал (микрозеркальная технология).

Лучшей считается технология DLP:

- хорошая контрастность, цветопередача и равномерность;
- высокое общее качество картинки;
- отсутствие «битых» пикселей;
- отсутствие эффекта старения.

Однако эта технология – одна из самых дорогостоящих.

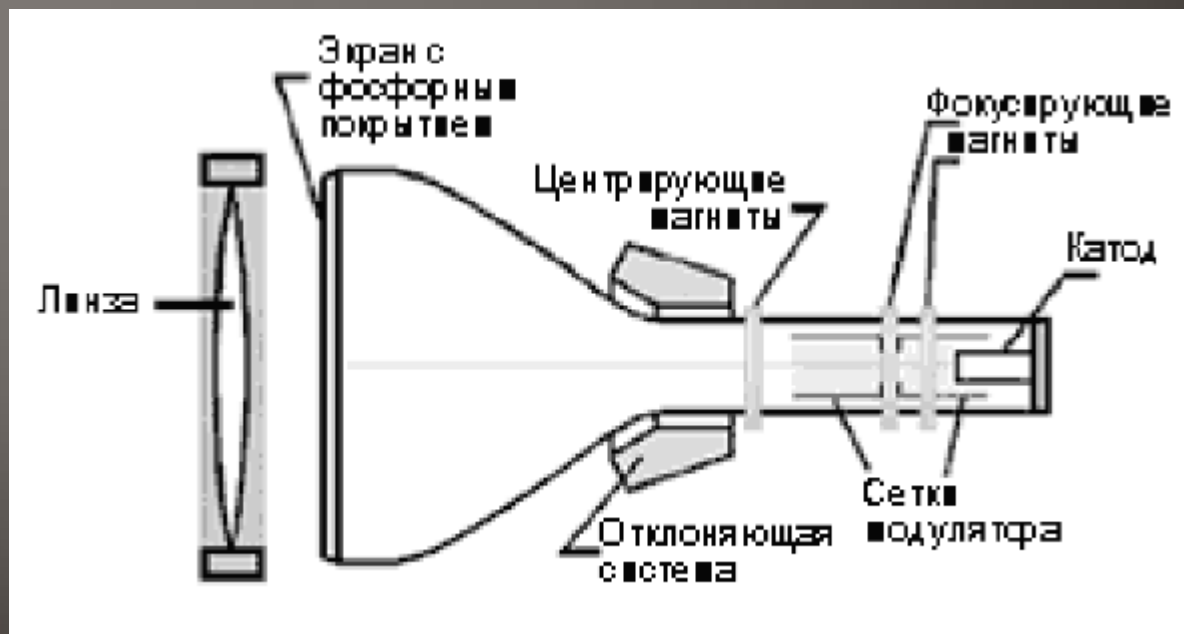
1. CRT (*Cathode Ray Tube*) – электронно-лучевая трубка

Мультимедийные проекторы на базе электронно-лучевых трубок (CRT) выпускаются в течение уже нескольких десятилетий. Но, несмотря на появление более современных технологий, по качеству воспроизведения изображения (разрешение, четкость, точность цветопередачи), уровню акустического шума (менее 20 дБ) и длительности непрерывной работы (10 000 часов и более) они до недавнего времени не имели себе равных. Ни одна другая технология пока не обеспечивает столь же глубокий уровень черного и столь же широкий динамический диапазон яркости изображения, благодаря которым CRT-проекторы позволяют различать детали даже при демонстрации затемненных сцен.

Физические характеристики флюоресцирующего покрытия экрана трубки исключают потерю информации при воспроизведении видеосигналов разных стандартов (NTSC, PAL, HDTV, SVGA, XGA и т. д.), а сходство технологии производства используемых в проекторах трубок с телевизионными обеспечивает точность передачи цветов без применения алгоритмов гамма-коррекции.

1. Устройство CRT проектора

Наиболее совершенные CRT-проекторы строятся на трех электронно-лучевых трубках с размером экрана от 7 до 9 дюймов по диагонали. Каждая трубка воспроизводит один из базовых цветов пространства RGB - красный, зеленый или синий.



1. LCD (Liquid Crystal Display)

В мультимедийных проекторах, выполненных по технологии LCD (Liquid Crystal Display), функции формирователя изображения выполняет LCD-матрица просветного типа.

По принципу действия такие аппараты напоминают обычные диапроекторы с той разницей, что проецируемое на внешний экран изображение формируется при прохождении излучаемого лампой светового потока не через слайд, а через жидкокристаллическую панель, состоящую из множества электрически управляемых элементов - пикселей. В зависимости от величины приложенного к каждому такому элементу переменного напряжения меняется его прозрачность, а, следовательно, и уровень освещенности участка экрана, на который проецируется данный пиксель.

Технология LCD одна из самых распространенных. Главный ее плюс – высокая удельная яркость и невысокая стоимость матрицы.

Минусов много:

- «битые» пиксели;
- старение матрицы – ухудшение характеристик со временем;
- низкая контрастность, несведение, неразличимость теней.

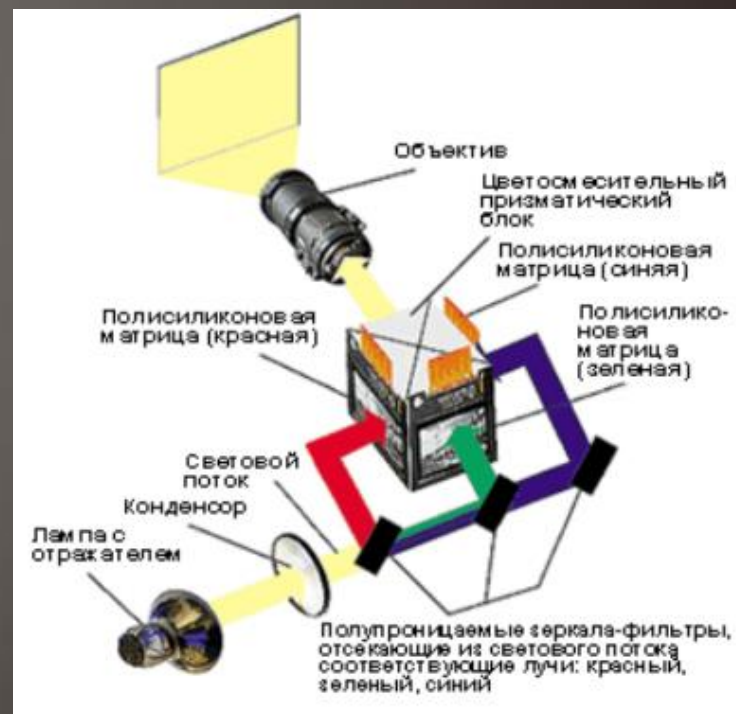
1. Формирование цветного изображения

Применение субпиксельных светофильтров в проекционных устройствах невозможно, поэтому для получения цветного изображения применяют два основных подхода:

1. Три отдельные матрицы, снабженные общими светофильтрами (обычно red, green, blue). Изображения от трех матриц (по трем цветовым каналам) смешиваются в оптической системе для получения полноцветной картинки. Данный метод сравнительно легко реализуется в проекторах на основе LCD (метод **3LCD**).
2. Разделение по цветовым каналам по времени. Поскольку DLP-технология и так использует эффект инерции человеческого зрения, то логично применить тот же эффект для цветного изображения. Выходной световой поток проходит через сменяющиеся светофильтры, оформленные в виде колеса с 4-6 сегментами. За счет синхронизации с колесом матрица выдает несколько отдельных монохромных кадров, которые смешиваются в восприятии зрителя в один кадр.

1. LCD

Современные LCD-проекторы выполняются на базе трех полисиликоновых жидкокристаллических матриц, размером, в основном, от 0.7 до 1.8 дюймов по диагонали. Структурная схема такого проектора представлена на рисунке.



1. 3LCD

Три ЖК-матрицы позволяют создать изображение гораздо лучшего качества, чем при использовании одной матрицы, за счет разделения светового потока и прохождения его только через одну ЖК-панель, а не через три цветофильтра последовательно.

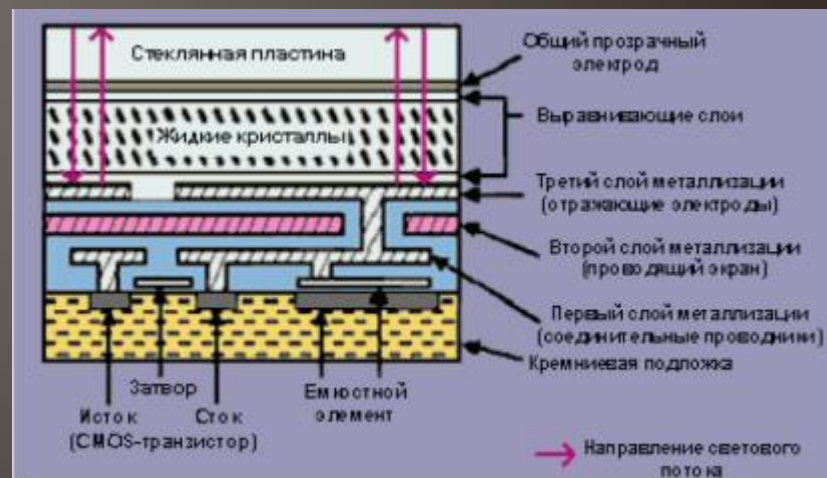
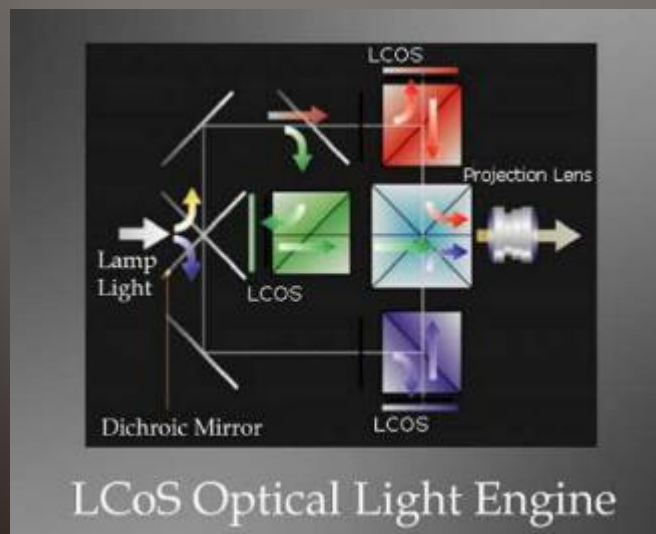
Система дихроичных зеркал разделяет свет на три составляющих цвета, пропуская каждый через свою ЖК-матрицу, а потом призма собирает все три изображения в одну картинку. Однако и в них сохраняется проблема черного цвета — он опять оказывается скорее серым, чем черным.

1. LCOS (D-ILA-технология)

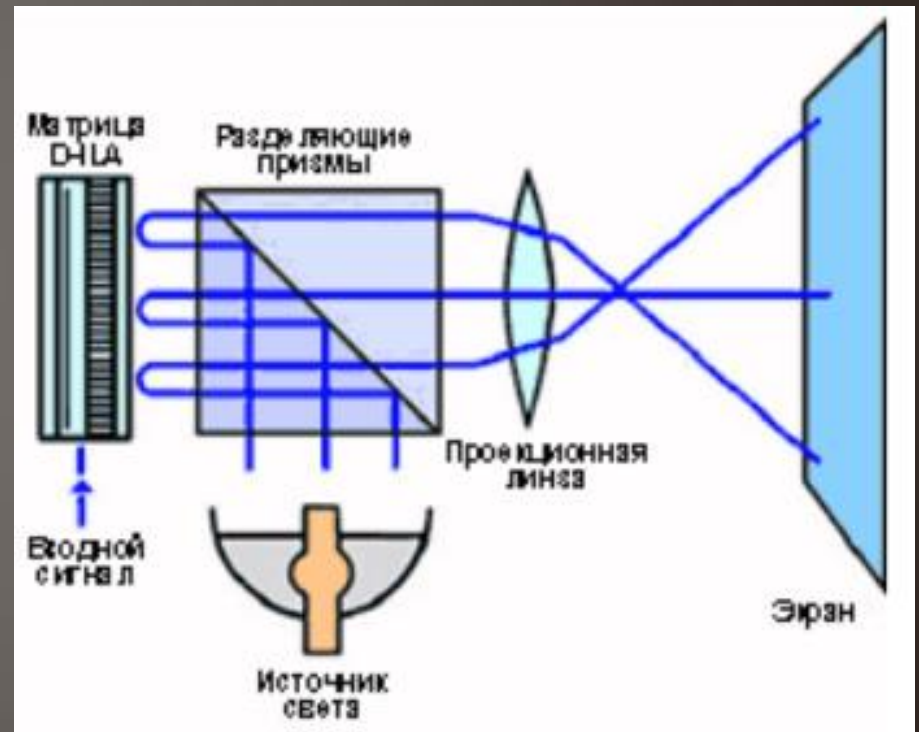
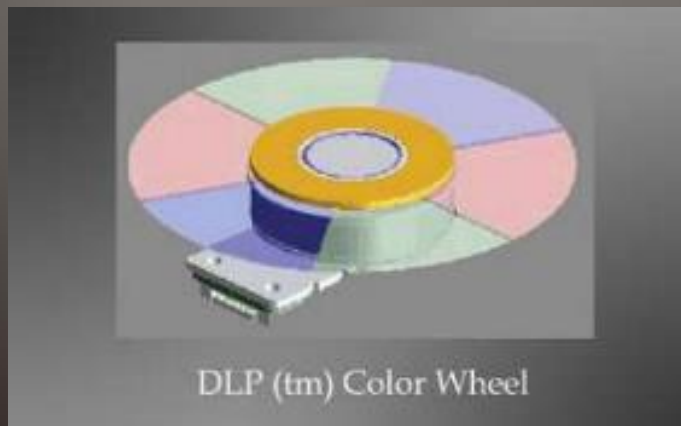
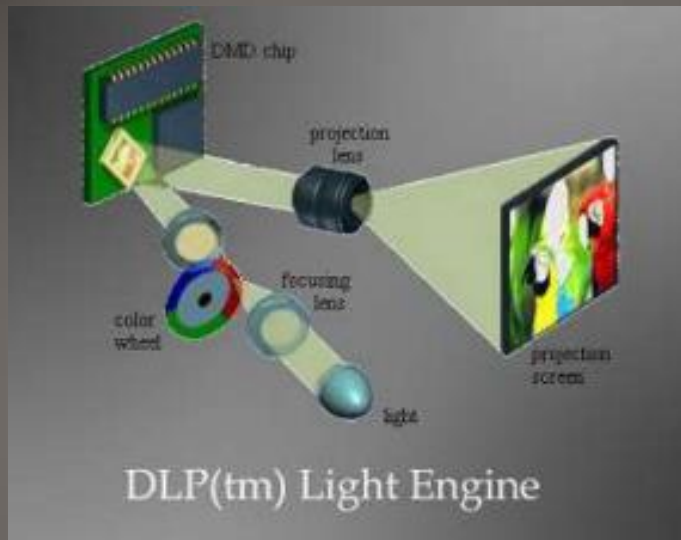
Подобно LCD-технологии она базируется на свойствах жидких кристаллов, однако, вместо обычных просветных матриц на основе аморфного или поликристаллического кремния, предполагает использование в качестве формирователей изображения приборов отражающего типа.

Достаточно дорогостоящая технология, имеет те же минусы, что и LCD.

Плюсы – хорошее качество, особенно цветопередача. В массовых устройствах не применяется.



1. DLP, D-ILA



1. Технология D-ILA (LCOS)

Технология D-ILA (*Digital Direct Drive Image Light Amplifier*) является коммерческим развитием технологии LCOS (*Liquid Crystal on Silicon* — жидких кристаллов на кремнии).

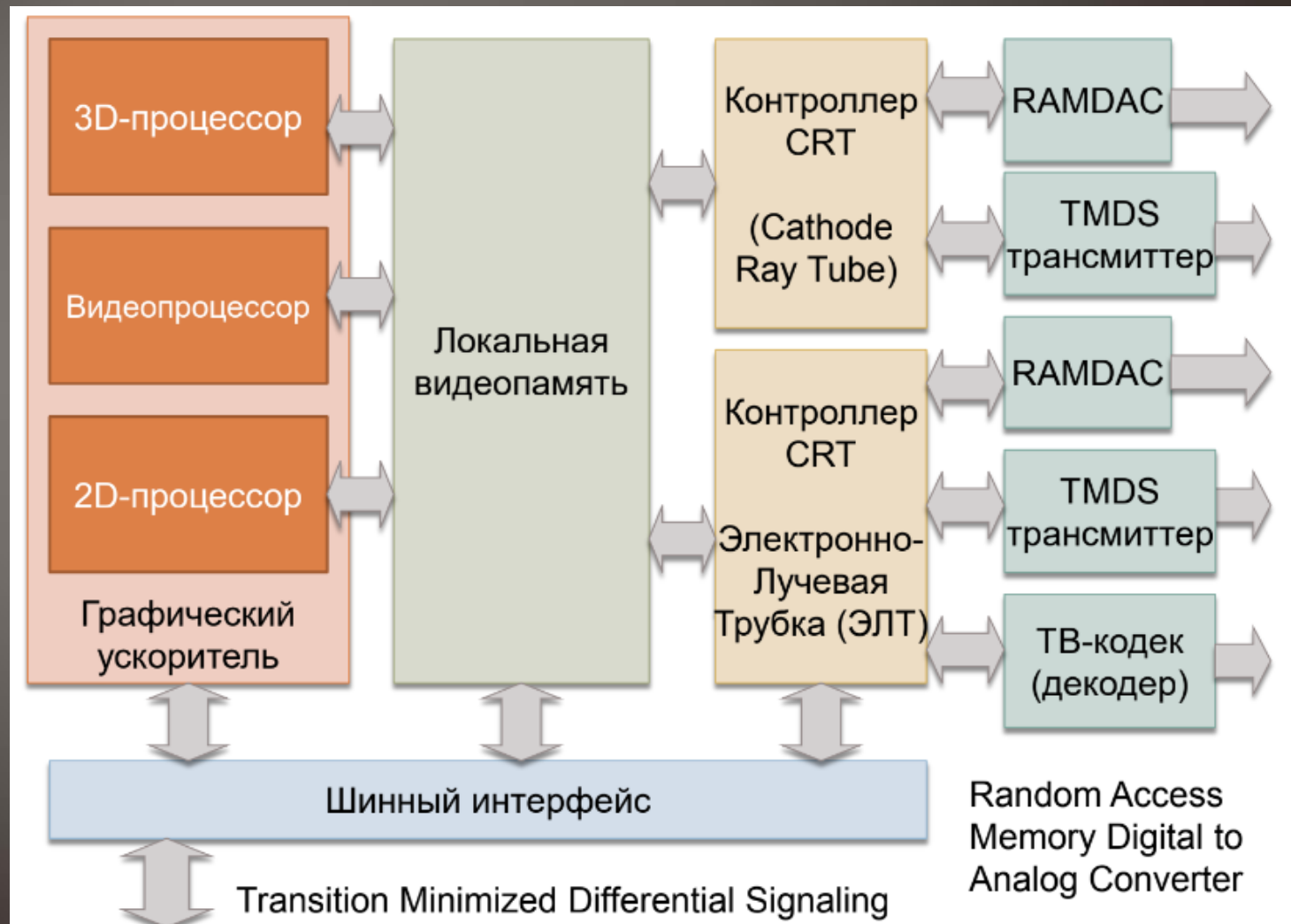
Изображение в этой технологии формируется жидкими кристаллами, однако работает она не на просвет, как привычные ЖК-матрицы, а на отражение, и иногда, для упрощения понимания ее сути, технология называется **«отражающими жидкокристаллическими панелями»**.

Главное отличие от обычной ЖК-матрицы в том, что вся электронная «начинка» расположена за слоем жидких кристаллов под отражающими электродами, а не между ячейками. Это обеспечивает лучший коэффициент заполнения — изображение формируется на большей площади матрицы, и незадействованной остается минимальная площадь. Световой поток формируется несильным источником света, а потом усиливается специальной лампой, отчего и происходит название технологии.

2. Интерфейсы подключения

- **Digital Visual Interface** (сокр. DVI, цифровой видеоинтерфейс) — стандарт на интерфейс и соответствующий разъем, предназначенный для передачи видеоизображения на цифровые устройства отображения, такие как жидкокристаллические мониторы и проекторы. Разработан консорциумом Digital Display Working Group.
- **DisplayPort** — стандарт сигнального интерфейса для цифровых дисплеев. Технология, реализованная в DisplayPort, позволяет передавать одновременно как графические, так и аудио сигналы. Основное отличие от HDMI — более широкий канал для передачи данных (10,8 Гбит/с вместо 10,2 Гбит/с).

2. Архитектура графической карты



2. Контроллер CRT

Его задача — генерация сигналов доступа к видеопамяти и сигналов синхронизации интерфейса подключения дисплея. Возможно, и другие функции также отводятся этому контроллеру, в частности, функции графического контроллера (запись/чтение пикселей, модификация цвета, коррекцию гаммы и т.п.).

За разрешение и глубину цвета отвечает именно CRTC.

К CRTC подключаются преобразователи интерфейса, часто — по два:

- RAMDAC для аналогового VGA;
- TMDS-трансивер для DVI-I (HDMI, DisplayPort);
- Кодер ТВ-сигнала для телевизионного выхода.

2. RAMDAM, TMDS

RAMDAM (*Random Access Memory Digital to Analog Converter*) — это устройство преобразования изображения в цифровом представлении из видеопамати в аналоговые сигналы для видеовыхода (VGA выход, ТВ-выход).

ЦАП служит для преобразования изображения, формируемого видеоконтроллером, в уровни интенсивности цвета, подаваемые на аналоговый монитор. Возможный диапазон цветности изображения определяется только параметрами RAMDAC.

Чаще всего RAMDAC имеет четыре основных блока: три ЦАП, по одному на каждый цветовой канал (RGB) и SRAM для хранения данных о гамма-коррекции.

Большинство ЦАП имеют разрядность 8 бит на канал — по 256 уровней яркости на каждый основной цвет, что в сумме дает 16,7 млн цветов (а за счет гамма-коррекции есть возможность отображать исходные 16,7 млн цветов в гораздо большее цветовое пространство). Некоторые RAMDAC имеют разрядность по каждому каналу 10 бит (1024 уровня яркости), что позволяет сразу отображать более 1 млрд цветов, но эта возможность практически не используется.

Для поддержки второго монитора часто устанавливают второй ЦАП. (Мониторы и видеопроекторы, подключаемые к цифровому DVI выходу видеокарты, для преобразования потока цифровых данных используют собственные ЦАП и от характеристик ЦАП видеокарты не зависят.)

TMDS (*Transition Minimized Differential Signaling*) — это протокол передачи данных, используемый в интерфейсе DVI. Термин применяется также для обозначения самого электрического канала передачи данных.

2. Видеовход

Возможность захвата и кодирования аналогового видео не входит в архитектуру видеокарты. Кодек TV выполняется в виде отдельной микросхемы, он может выполнять и функции выхода.

Захват и кодирование выполняется автономно, передача данных — через общий шинный интерфейс.

Возможности современных шин позволяют зарезервировать часть полосы пропускания для организации изохронного канала ввода видео. (Изохронный канал позволяет доставлять пакеты без гарантии доставки и без ответов/подтверждений, но с гарантированной скоростью доставки в N пакетов на один период шины (1 КГц у low и full speed, 8 КГц у high speed.))

Видеовход: *изохронный* (речь, видео, факсимиле) и *асинхронный* (данные, файлы).

2. Интерфейсы подключения видеокарт

По времени внедрения:

- ISA;
- EISA, интерфейсы для VLC (video LanClient плеер, Изначально графический интерфейс VLC базировался на wxWidgets, сейчас - Qt4 для графического интерфейса;
- PCI;
- AGP;
- PCI Express.

Первые шины не имели специальных возможностей и разделяли полосу пропускания между всеми периферийными устройствами. Начиная с шины AGP видеокарты получили выделенный быстродействующий канал. Необходимость в таком канале связана с большими объемами текстур при 3D-рендеринге.

Использование внешних интерфейсов не исключается, однако они обычно не предоставляют достаточной полосы пропускания для осуществления 3D-рендеринга.

2. Интерфейсы подключения мониторов

Самым распространенным интерфейсом для подключения мониторов к ПК является аналоговый интерфейс, получивший название **VGA** (Video Graphics Array).

Видеокарта с аналоговым интерфейсом была разработана IBM для компьютеров PS/2 еще в 1987 году.

Аналоговый интерфейс не был вытеснен цифровым по той причине, что потребовалось обеспечить простую возможность наращивания количества отображаемых оттенков цветов с сохранением совместимости снизу вверх.

Впоследствии была добавлена возможность двунаправленной связи между монитором и графической картой.

2. Интерфейсы

Самыми распространенными интерфейсами для подключения являются:

- **Способ 1: аналоговый интерфейс (D-SUB)** (второе название - **VGA**);
- **Способ 2: цифровой интерфейс (DVI - Digital Video Interface).**

Первая версия была представлена в 1999 г. Изначально он предназначался именно для связи системных блоков с мониторами, а потому передача звука не предусматривалась, и расстояние, на которое можно было передавать сигнал, было небольшим, всего несколько метров, а если требовалось большее расстояние, нужно было использовать т.н. активные удлинители интерфейса.

С 2008 г. через DVI с определенными ограничениями и оговорками стало возможно передавать звук.

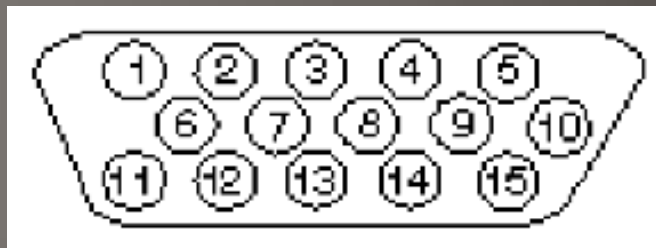
Интерфейс DVI выпускается в двух вариантах: DVI-I и DVI-D. Первый вариант допускает передачу, кроме цифрового, сигнала VGA, но одновременная передача аналогового и цифрового сигнала невозможна.

2. Интерфейс VGA

Три контакта используются для передачи аналогового сигнала трех цветовых составляющих.

Еще три контакта служат в качестве обратных проводов, они заземлены и выполняют роль экрана, гасящего наводки и отражения.

Два контакта задействованы под синхроимпульсы строчной и кадровой разверток.



PIN#	SIGNAL	PIN#	SIGNAL
1	RED	9	NC
2	GREEN	10	SYNC RTN
3	BLUE	11	ID0
4	ID2	12	ID1 or DDC DATA
5	GND	13	HSYNC
6	RED SHIELD	14	VSYNC
7	GREEN SHIELD	15	ID3 or DDC CLOCK
8	BLUE SHIELD		



2. Интерфейс VGA

- Для воспроизведения видео рекомендуется использовать проекторы с графическим разрешением не менее 800x600 точек **SVGA**.
- Для качественного воспроизведения компьютерного изображения с мелкими деталями выбирайте проектор с графическим разрешением не менее 1024x768 точек **XGA**.
- Для компьютерных приложений с повышенными требованиями по контрастности и графическому разрешению изображения применяйте проекторы с графическим разрешением 1400x1050 точек **SXGA +**.

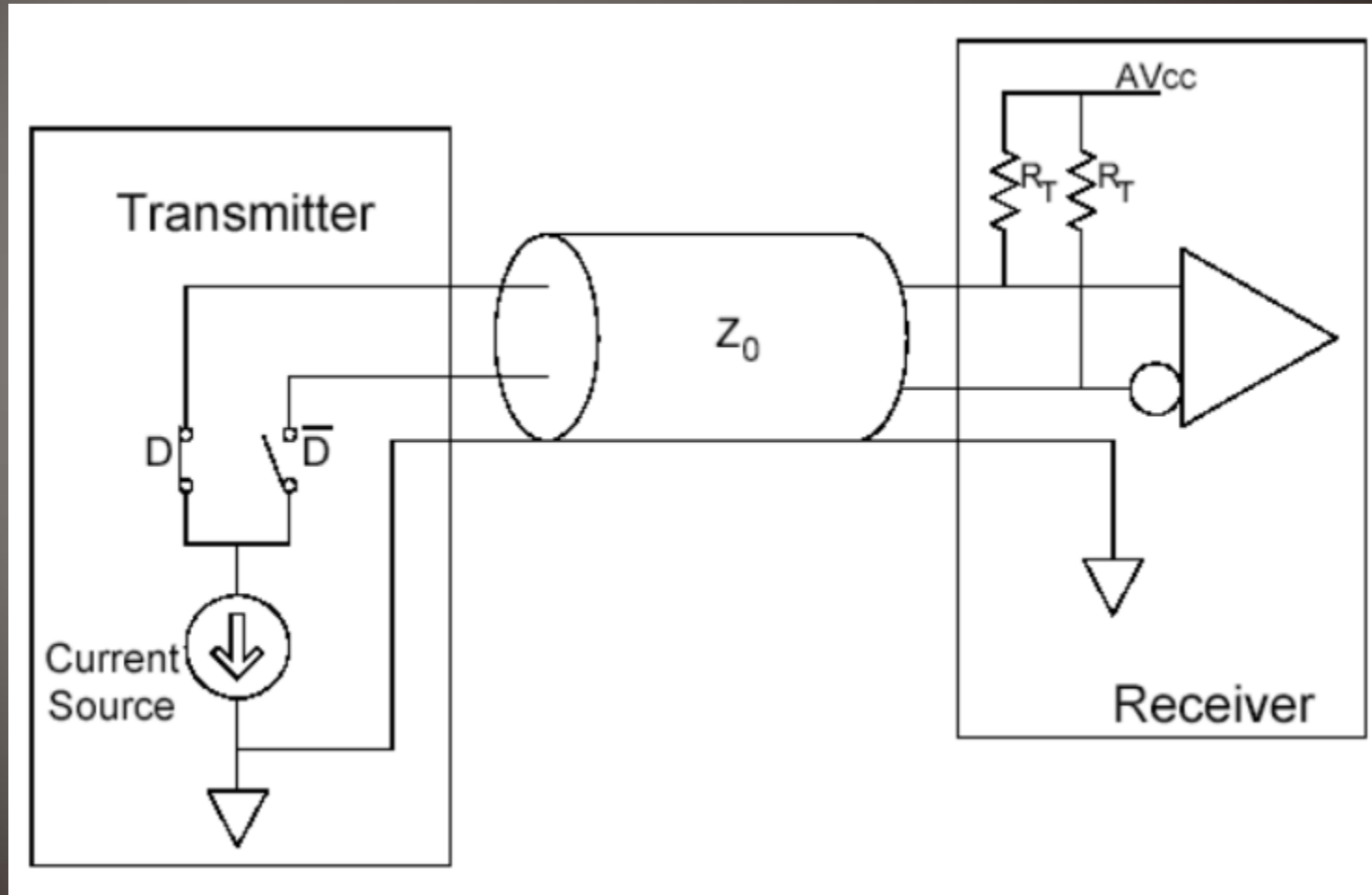
2. Цифровые интерфейсы

Для обеспечения работы мониторов с цифровым управлением (плазма, ЖК, проекторы и т.д.) были разработаны несколько альтернативных цифровых интерфейсов подключения.

Для передачи данных в них используется протокол **Transmission Minimizing Differential Signaling** (Panel Link), разработанный Silicon Image.

Этот протокол использует дифференциальную асинхронную передачу с минимизацией потребления тока и кодированием 10-битными символами. Каждый цветовой канал кодируется 4 или 8 битами, добавляются биты синхронизации и контрольные биты. Канал TMDS является однонаправленным, используется только для передачи данных от видеокарты к монитору.

2. TMDS



2. Стандарты цифрового подключения

Standard	P&D	DFP	DVI
Owner	VESA	DFP Group / VESA	DDWG (Digital Display Working Group)
Revision / Date	1.0 / Jun 06, 1997	1.0 / Feb 14, 1999	1.0 / Apr 02, 1999
Web page	http://www.vesa.org/	http://www.dfp-group.org/	http://www.ddwg.org/
Workgroup leader	VESA	Compaq	Intel
Compatibility	Own standard	P&D compatible	P&D and DFP compatible
Transfer protocol	TMDS	TMDS	TMDS
Max. Pixel rate (Dot Clock)	165 MHz x 1	165 MHz x 1	165 MHz x 1
Max. number of channels	3 channels (single link)	3 channels (single link)	6 channels (dual link)
Color depths	12 or 24 bit	12 or 24 bit	12 or 24 bit
Max. Resolution	SXGA (1280 x 1024)	SXGA (1280 x 1024)	HDTV (1920 x 1080)
Optional transfer of other signals	Analog VESA video, USB, IEEE 1394-1995	No, only digital video	Analog VESA video
Digital Connector	P&D-D (30 pin)	MDR20 (20 pin)	DVI-D (24 pin)
Analog/Digital combination connector	P&D-a/d (30+4 pin)	No	DVI-I (24 + 4 pin)
Connector width	40.6 mm	33.4 mm	37.0

2. Стандарт DVI

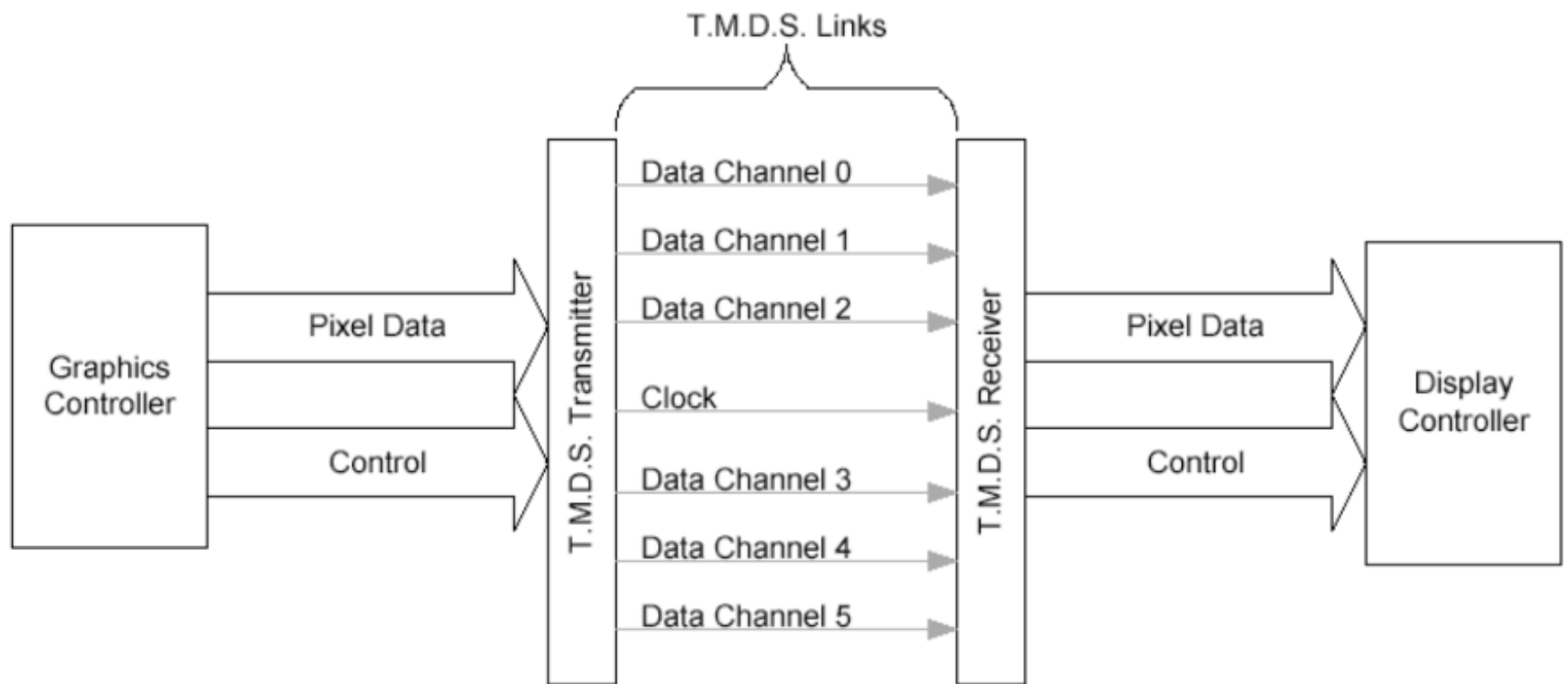
Из всех стандартов распространение получил только DVI (Digital Visual Interface). Он позволяет передавать цифровой сигнал по одному или двум 3-разрядным каналам, а также аналоговый сигнал VGA, сигналы DDC и питание (для получения EDID, если монитор не включен).

Существуют варианты интерфейса и разъема:

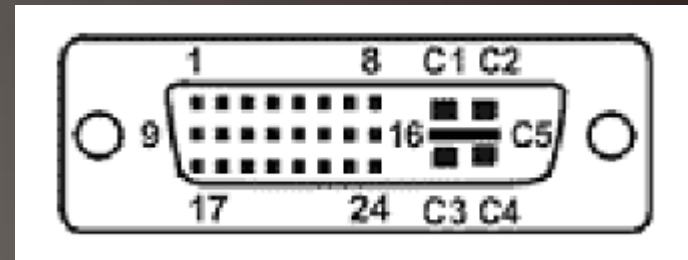
- одноканальный и двухканальный, только цифровой DVI-D,
- совмещенный аналоговый и цифровой DVI-I.

Single-Link DVI передает видеосигнал с разрешением до 1920x1080 пикселей, частотой 60 Гц и 8-бит на компоненту цвета, Dual-Link позволяет передавать 2560x1600 на частоте 60 Гц, а уже 3840x2400 пикселей при тех же условиях для Dual-Link DVI недоступны.

2. DVI



2. Разъем DVI



PIN#	SIGNAL	PIN#	SIGNAL
1	T.M.D.S DATA 2-	16	HOT PLUG DETECT
2	T.M.D.S DATA 2+	17	T.M.D.S DATA 0-
3	T.M.D.S DATA 2/4 SHIELD	18	T.M.D.S DATA 0+
4	T.M.D.S DATA 4-	19	T.M.D.S DATA 0/5 SHIELD
5	T.M.D.S DATA 4+	20	T.M.D.S DATA 5-
6	DDC CLOCK	21	T.M.D.S DATA 5+
7	DDC DATA	22	T.M.D.S CLOCK SHIELD
8	ANALOG VERT. SYNC	23	T.M.D.S CLOCK+
9	T.M.D.S DATA 1-	24	T.M.D.S CLOCK-
10	T.M.D.S DATA 1+		
11	T.M.D.S DATA 1/3 SHIELD	C1	ANALOG RED
12	T.M.D.S DATA 3-	C2	ANALOG GREEN
13	T.M.D.S DATA 3+	C3	ANALOG BLUE
14	+5V POWER	C4	ANALOG HORZ SYNC
15	GND	C5	ANALOG GROUND

2. Интерфейс HDMI

Интерфейс **HDMI** (*High-Definition Multimedia Interface*) был создан для подключения мультимедиа-аппаратуры (проигрывателей, приставок) и ПК к широкоэкранным телевизорам и панелям.

Интерфейс был разработан компанией Silicon Image и первоначально назывался PanelLink™ Cinema.

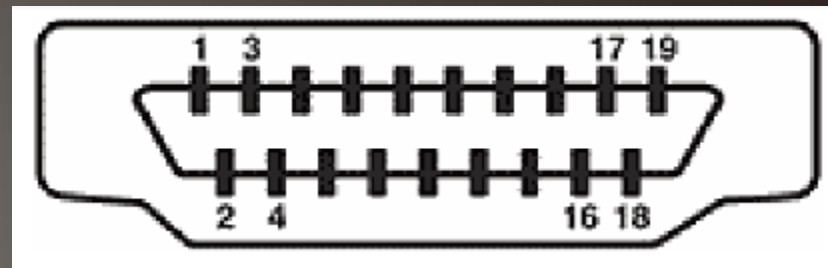
С его помощью передают видео- и звуковые сигналы в цифровом виде. Его разработали с целью заменить AV-соединение SCART, которое морально и технически устарело.

Помимо RGB, возможно кодирование YCbCr, применение большей глубины цвета и пр.

Помимо видеоданных, передается также аудио в «плоском» (LPCM) или сжатом виде.



2. Разъем HDMI



PIN#	SIGNAL	PIN#	SIGNAL
1	TMDS Data2+	11	TMDS Clock Shield
2	TMDS Data2 Shield	12	TMDS Clock-
3	TMDS Data2-	13	CEC (not used)
4	TMDS Data1+	14	Reserved (N.C. on device)
5	TMDS Data1 Shield	15	SCL
6	TMDS Data1-	16	SDA
7	TMDS Data0+	17	DDC/CEC Ground
8	TMDS Data0 Shield	18	+5V Power
9	TMDS Data0-	19	Hot Plug Detect
10	TMDS Clock+		

2. Версии HDMI

Первая версия HDMI, то есть v1.0, предназначалась для передачи 24-битного HD-видео, его разрешение составляет 1080p в компонентном виде (Y/Pb/Pr). А также для передачи 8-канального звука с характеристиками до 24 бит/192 кГц.

Но тогда говорили лишь о PCM и базовых протоколах DTS и Dolby Digital.

- HDMI v1.1 имеет технологию защиты. Она выводит на внешний декодер цифровой сигнал DVD-Audio.
- В HDMI v1.2 добавлена поддержка SACD и способность RGB-представить видеопоток.
- HDMI v1.2a получил протокол дистанционного управления CEC. В результате началось активно «общение» техники друг с другом.
- HDMI v1.3 предоставляет возможность передачи звукового сопровождения форматов DTS-HD и Dolby TrueHD в цифровом виде, как и видеопотока с расширенной до 48 бит цветовой палитрой. Как раз HDMI v1.3 де-факто стал для современных плееров Blu-ray, телевизоров, домашней кинотеатральной аппаратуры стандартом в 2009-2010 году. Но он не подойдет для 3D-видеооборудования.

Отличие HDMI v1.4 и его оптимизированной версии HDMI v1.4a от HDMI v1.3 :

- возможность передавать 3D-видео с кадровой разверткой до 120 Гц от совместимого BD-проигрывателя на телевизор.
- можно еще передавать поток данных как в ЛВС (имеет на разъеме дополнительный контакт).

2. Композитный (YPbPr) и S-Video (S-VHS) разъемы

Представляют собой разъемы с четырьмя или семью штырьками.

Чаще всего они используются для вывода сигнала на телевизионные приемники, и даже на S-Video композитный сигнал зачастую получают смешиванием, что негативно влияет на качество картинки.

S-Video лучше по качеству, чем композитный «тюльпан», но оба они уступают компонентному выходу YPbPr. Этот стандартный выход предусматривает три отдельных разъема типа «тюльпан» (Y, Pb и Pr), по которым передается разделенная цветовая информация. Такой разъем есть на многих мониторах и телевизорах высокого разрешения, и хотя сигнал по нему передается в аналоговой форме, по качеству он сравним с D-Sub интерфейсом.

2. Композитный видеовыход

Композитный видеовыход предназначен для передачи по одному проводу всех составляющих видеосигнала в смешанном виде.

Обычно композитный разъем представляет из себя желтое гнездо RCA, или универсальный разъем SCART. Для передачи композитного видеосигнала используется коаксиальный кабель с разъемами RCA («тюльпан») на концах.



Разъемы RCA для видеосигнала и стереофонического звука. Стандартные цвета корпусов разъемов: желтый — для видеосигнала, белый — для монофонического сигнала или левого канала стереофонического аудиосигнала, красный — для правого канала стереофонического аудиосигнала.

Название RCA произошло от названия Radio Corporation of America, предложившей этот тип разъема в начале 1940-х годов для подключения фонографов к усилителям.



2. Видеовыход RGB

Для передачи цветного изображения на ЭЛТ-монитор используются сигналы интенсивности каждого из цветов RGB, а также сигналы горизонтальной (H) и вертикальной (V) разверток. В сумме получается пять сигналов - RGBHV.

Для передачи сигнала RGB используют 5 коаксиальных кабелей, оснащенных разъемами BNC.



2. Компонентный видеовыход

Компонентный видеосигнал еще называется **цветоразностным**. Он содержит сигнал яркости (Y) и два цветоразностных сигнала (U и V), которые определяются по формуле:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$U = R - Y$$

$$V = B - Y$$

Для вывода изображения используется чересстрочная (interlaced) или прогрессивная (progressive) развертка. Чересстрочная развертка применяется во всех существующих системах телевизионного вещания. Прогрессивная развертка применяется в современном телевизионном стандарте HDTV и в современных DVD-проигрывателях, так как позволяет получить более высокое качество изображения.

Для передачи такого видеосигнала используются три отдельных коаксиальных кабеля, на концах которых находятся разъемы RCA ("тюльпан") или разъемы BNC.



YPbPr (йпер), **компонентное видео**, — это трехмерное цветное пространство. Оно используется для того, чтобы кодировать аналоговый цветной видеосигнал и передавать его сразу по трем каналам. Название «компонентное» объясняется тем, что компоненты видеосигнала передают по нескольким каналам.

2. Видеовыход S-Video

Разъем S-Video обычно используется для вывода видеосигнала с видеокамер, ПК и игровых приставок на бытовые телевизоры и другую бытовую видеотехнику. Интерфейс S-Video использует две сигнальные линии – сигнал цветности (C) и сигнал яркости (Y). При использовании в качестве источника сигнала DVD плеера или спутникового ресивера и телевизора с диагональю от 25" этот интерфейс позволяет получить более качественное изображение, чем композитный видеосигнал.



Кабель для передачи этого видеосигнала содержит разъемы различных типов:
2 разъема BNC,
2 разъема RCA ("тюльпан"),
4-контактный разъем Mini DIN
или универсальный разъем SCART.



Стандартный четырехконтактный разъем S-Video, типа «мама»:

1. GND – «земля» (Y),
2. GND – «земля» (C),
3. Y – Яркость,
4. C – Цветность

2. HDCP

Разработанная фирмой Intel защита **HDCP** (*High-bandwidth Digital Content Protection*) – это защита цифровых данных высокой четкости, она обеспечивает возможность в зависимости от конкретного случая установить разные уровни защиты, благодаря чему не ограничивает свободу обращения с видео данными в пределах одобренных действующим законодательством рамок.

Так, например, HDCP не обеспечивает защиту от копирования и искусственно не ухудшает качества копий. Под жесткий запрет подпадают следующие действия:

- копирование программ со снятой защитой,
- получение незащищенного цифрового потока или аналогового видео сигнала высокого разрешения.

Разрешены повторители и разветвители сигнала, но при этом они должны «обмениваться паролями» друг с другом и получить взаимное одобрение, что возможно только в том случае, если все устройства обладают HDCP-совместимостью.

2. DisplayPort

На смену распространенным видеоинтерфейсам VGA и DVI пришел интерфейс DisplayPort.

Хотя максимальные возможности у DisplayPort немногим больше, чем у Dual-Link DVI, всего 2560x2048 пикселей при 60 Гц и 8-бит на цветовой канал, но есть поддержка 10-бит на канал при разрешении 2560x1600, а также 12-бит для 1080p.

DisplayPort — это новый цифровой видеоинтерфейс, первая версия которого была принята VESA (Video Electronics Standards Association) весной 2006 года.

Она определяет новый универсальный цифровой интерфейс, не подлежащий лицензированию и не облагаемый выплатами, предназначенный для соединения компьютеров и мониторов, а также другой мультимедийной техники. В группу VESA DisplayPort, продвигающую стандарт, входят крупные производители электроники: AMD, NVidia, DELL, Genesis Microchip, HP, Intel, Lenovo, Molex, Philips, Samsung.



2. DisplayPort

- Технически, разъем DisplayPort поддерживает до четырех линий для передачи данных, по каждой из которых можно передавать 1.62 или 2.7 гигабит/с.
- Поддерживаются режимы с глубиной цвета от 6 до 16 бит на цветовой канал.
- Дополнительный двунаправленный канал, предназначенный для передачи команд и управляющей информации, работает на скорости 1 мегабит/с, и используется для обслуживания работы основного канала, а также передачи сигналов VESA EDID и VESA MCCS. Также, в отличие от DVI, тактовый сигнал передается по сигнальным линиям, а не отдельным, и декодируется приемником.
- DisplayPort имеет опциональную возможность защиты контента от копирования DPCP (DisplayPort Content Protection), разработанную компанией AMD и использующую 128-битное AES кодирование.
- Передаваемый видеосигнал не совместим с DVI и HDMI, но по спецификации допускается их передача.
- На данный момент DisplayPort поддерживает максимальную скорость передачи данных 10.8 гигабит/с и WQXGA разрешение (2560x1600) при помощи интерфейсного кабеля длиной до трех метров.

2. DisplayPort

Основные отличительные особенности DisplayPort:

- открытый и расширяемый стандарт;
- поддержка форматов RGB и YCbCr;
- поддержка глубины цвета: 6, 8, 10, 12 и 16 бит на цветовую компоненту;
- передача полного сигнала (2560x2048) на 3 метра, а 1080p - на 15 метров;
- поддержка 128-битного AES кодирования DisplayPort Content Protection, а также 40-битного High-bandwidth Digital Content Protection (HDCP 1.3);
- большая пропускная способность по сравнению с Dual-Link DVI и HDMI;
- передача нескольких потоков по одному соединению (планируется в будущих версиях);
- совместимость с DVI, HDMI и VGA при помощи переходников;
- простое расширение стандарта под изменяющиеся потребности рынка;
- внешнее (видеокарта к монитору) и внутреннее присоединение (подсоединение LCD панели в ноутбуке, замена внутренним LVDS соединениям).

Внешний разъем DisplayPort имеет 20 контактов, его физический размер можно сравнить со всем известными разъемами USB. Новый тип разъема уже можно увидеть на некоторых современных видеокартах и мониторах. Внешне он похож и на HDMI, и на USB, но также может быть оснащен защелками на разъемах, аналогичным тем, что предусмотрены в Serial ATA.