

## Промышленный видеоинтерфейс на перспективу

Алексей Лебедев

В статье кратко описаны основные современные интерфейсы передачи видеoinформации, требования для ЖК-панелей формата UltraHD (4K) и более, этапы развития интерфейса Embedded DisplayPort (eDP) как наиболее подходящего для дисплеев сверхвысокой чёткости и примеры оборудования с eDP-интерфейсом ведущих производителей сегмента средств отображения информации.

Для сопряжения процессорной платы и ЖК-дисплея используются интерфейсы с характеристиками, обеспечивающими качественную и стабильную работу по передаче видеосигнала. Наиболее важные характеристики – хорошая помехозащищённость, высокая скорость передачи, низкая потеря качества сигнала при передаче, малый уровень фона электромагнитного излучения (шумность).

До недавнего времени для передачи видеосигнала использовались в основном два интерфейса: CMOS (TTL) и LVDS. Последовательный SPI-интерфейс и параллельные MCU и DSI/MIPi-интерфейсы сейчас применяются крайне редко для специфичных устройств, поэтому в рамках данной статьи о них говорить не будем.

CMOS-интерфейс – параллельный цифровой интерфейс, сигналы в котором идут группами по цветам и соответствуют TTL-уровням, поэтому иногда его называют TTL-интерфейсом. CMOS-интерфейс предназначен для ЖК-дисплеев без буфера кадров. Он обладает целым спектром недостатков, таких как большое количество проводов (громоздкость шлейфа), сложность синхронизации и масштабирования, низкая помехозащищённость, существенная стоимость. На сегодня CMOS-интерфейс признан морально устаревшим, и 4–5 лет назад от него отказались основные производители ЖК-дисплеев. Сейчас CMOS-интерфейс встречается очень редко, и его доля на индустриальном рынке постоянно снижается.

В LVDS-интерфейсе информация передаётся дифференциальными сигналами парами малых напряжений. Данный стандарт имеет ряд преимуществ по сравнению с теми, что применялись ранее. В частности, LVDS-интерфейс обладает высокой помехоустойчивостью и малой шумностью, обеспечивает передачу информации при низких энергозатратах. На сегодняшний день фактически LVDS-интерфейс является стандартом по умолчанию для подключения ЖК-дисплеев к процессорным платам.

Однако развитие средств отображения информации не стоит на месте, ЖК-дисплеи становятся больше и быстрее. При росте разрешения ЖК-дисплея с LVDS-интерфейсом требуется использовать большее количество высокоскоростных пар проводов в интерфейсе ЖК-дисплея, что приводит к значительному увеличению толщины видеокабеля. Вдобавок ко всему не стоит забывать и о росте частоты кадров до 120 кадр/с.

### СОЗДАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА

Один из главных вопросов развития видеоинтерфейсов – аппаратная интеграция. Для минимизации конструкции изделий (в большей мере это касается переносных устройств) необходимо интегрировать высокоскоростной интерфейс ЖК-дисплея в графический процессор или системный чип. Для этого необходим новый интерфейс с более низким напряжением. Применяемые в настоящее время интерфейсы, связанные с постоянным напряжением, такие как DVI, LVDS и HDMI, требуют использования дополнительных микросхем либо ухудшения техпроцесса чипов, что в итоге ухудшит общую производительность. Другими словами, весьма проблематично интегрировать видеоинтерфейсы постоянного напряжения, поддерживающие работу с ЖК-дисплеями формата Ultra HD и выше (4K и более), в современные чипы. Аналоговые интерфейсы и интерфейсы постоянного напряжения не обеспечивают нужных значений частоты кадра и про-

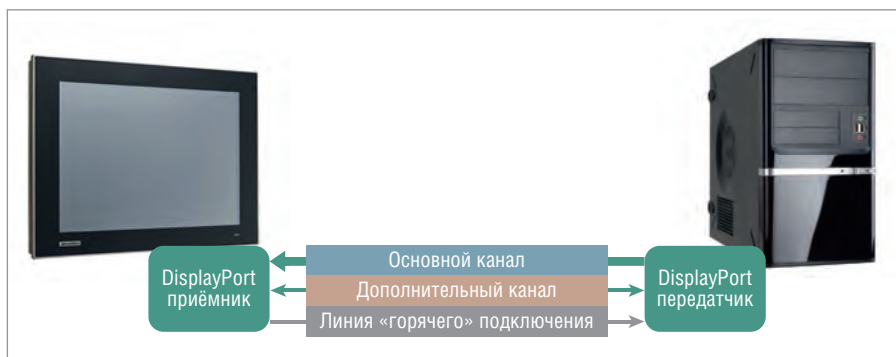


Рис. 1. Каналы передачи данных интерфейса DisplayPort

Таблица 1

Основные отличия Embedded DisplayPort и LVDS

	Embedded DP	LVDS
Количество пар передачи данных (1080p@60 Гц, 24 бит на пиксель)	1, 2 или 4 канала	4, 5, 8 или 10 дифференциальных пар
Тип соединения	Фиксированная скорость	Переменная скорость
Скорость (на 1 пару)	1,6, 2,7 или 5,4 Гбит/с	Максимум 945 Мбит/с
Генератор тактовых импульсов	Встроенный	Отдельный генератор на каждую пару
Двунаправленный канал передачи данных	1 или 720 Мбит/с (AUX или Fast AUX)	100 кГц (канал DDC)
Кодирование	Кодировка ANSI 8b/10b	Отсутствует
Защита данных	Аутентификация eDP Протокол HDCP (опционально)	Отсутствует
Характеристики сигнала	Переменный ток (600 мВ)	Постоянный ток (700 мВ) + напряжение питания $V_{dd}$

пускной способности, а также возможности одновременно выводить по одному интерфейсу изображение на два монитора и более, что весьма актуально в нынешнее время. Требуется интерфейс с гораздо более высокой скоростью передачи данных и с уменьшенным количеством проводов в интерфейсе.

С учётом всего этого был разработан стандарт интерфейса Embedded DisplayPort (eDP). При его создании за основу был взят стандарт DisplayPort ассоциации VESA – высокопроизводительный внешний аудио- и видеоинтерфейс, разработанный и развёрнутый на платформе персональных компьютеров, обеспечивающий разрешение ЖК-дисплея 4K и выше. Схематично интерфейс DisplayPort показан на рис. 1 [1].

Интерфейс DisplayPort включает в себя три канала передачи данных:

- основной канал (Main Link);
- дополнительный канал (AUX channel);
- линия «горячего» подключения (HPD – Hot Plug Detect).

**Основной канал** предназначен для передачи видеопотока. Он состоит из 1, 2 или 4 линий, каждая из которых представляет собой дифференциальную пару. Данные по основному каналу могут передаваться с двумя скоростями – 1,6 и 2,7 Гбит/с (на каждую линию), впоследствии скорость канала была увеличена до 5,4 Гбит/с и затем до 8,1 Гбит/с.

Данные по линиям основного канала передаются в последовательном виде, а использование дифференциальных пар снижает уровень электромагнитных помех и повышает помехозащищённость каналов. В зависимости от режима работы (разрешение и частота обновления экрана), выбранной кодировки цвета (количество бит на пиксель), а также глубины цвета (количество бит на цвет) может быть задействовано разное количество линий основного канала (1, 2 или 4). Канал является однонаправленным, то есть данные по нему передаются только в направлении от источника сигнала к дисплею.

**Дополнительный канал** является двунаправленным полудуплексным. Он используется для передачи команд управления дисплеем (яркость, баланс цветов), команд настройки и конфигурации самого интерфейса DisplayPort, идентификации дисплея и его настройки в соответствии со спецификацией Plug&Play. Канал образован линиями одной дифференциальной пары, по которой передаются самосинхронизирующиеся данные.

**Линия «горячего» подключения** предназначена для определения моментов подключения и отключения дисплея. Состояние сигнала в линии полностью управляется дисплеем, который устанавливает его в низкий уровень при возникновении событий, требующих реакции источника видеосигналов. В зависимости от длительности сигнала в линии компьютер воспринимает его как сигнал на обслуживание (корректировка работы источника видеосигнала) или как событие «горячего» подключения/отключения (определение текущего статуса монитора) [1].

Интерфейс Embedded DisplayPort – это адаптация интерфейса DisplayPort для встраиваемых (внутренних) применений ЖК-дисплеев. К интерфейсу DisplayPort предъявляется ряд требований, которые не относятся к интерфейсу eDP, например, интерфейс DisplayPort имеет внешний стандартизованный разъём, а у eDP-интерфейса его нет.

Как и DisplayPort, eDP-интерфейс обеспечивает разрешение ЖК-дисплея 4K и более, предназначен для использования в системах с внутренним ЖК-дисплеем, включая ноутбуки, моноблоки и высокопроизводительные планшеты с высоким разрешением ЖК-дисплея, обладает высокой скоростью передачи данных, большим разрешением и глубиной цвета, а также высокой частотой кадров. Помимо этого eDP-интерфейс включает в себя функции эффективного управления мощностью системы, что приводит к увеличению времени автономной работы и снижению электромагнитных и радиочастотных помех.

eDP-интерфейс расширил возможности интерфейса LVDS при уменьшении требований к мощности, длине кабеля и расходам на материалы. Тем не менее, у eDP-интерфейса в сравнении с LVDS со-

вершенно другая спецификация, основные отличия перечислены в табл. 1 [2].

Одно из преимуществ использования eDP-интерфейса – возможность организовать подключение внешнего монитора и внутреннего дисплея, используя одну видеосистему (интегрированную в центральный процессор или имеющую выделенный чип).

На сегодняшний день выпущен стандарт eDP-интерфейса версии 1.4b, включающий в себя множество улучшений, позволяющих повысить надёжность и гибкость реализации системы, снизить сложность устройств и стоимость применяемых материалов.

Но прежде чем переходить к обзору eDP-интерфейса текущей версии, рассмотрим историю создания eDP-интерфейса и его развития.

### Шаги развития

**2008 г.** Опубликован стандарт eDP-интерфейса – упрощённая версия интерфейса DisplayPort для внутренних (встраиваемых) ЖК-дисплеев. Главной задачей было создание интерфейса ЖК-дисплея, который можно использовать как для обычных мониторов, так и для встраиваемых ЖК-дисплеев. Чуть позже Intel, NVIDIA и AMD заявили, что eDP-интерфейс заменит текущий стандарт интерфейса LVDS, а также будет прекращена поддержка LVDS. Объясняли они такую позицию следующим образом: для производителей видео и системных чипов на замену высоковольтного интерфейса LVDS требуется интерфейс, обеспечивающий интеграцию и производительность ЖК-дисплея. Учитывая, что интерфейсы eDP и DisplayPort по сути «близнецы-братья», eDP-интерфейс стал логичным выбором, а осуществлять поддержку нескольких видов разных интерфейсов нецелесообразно.

**2009 г.** В стандарт eDP-интерфейса вносятся различные доработки, при этом интерфейсы eDP и DisplayPort – единое целое. Например, в eDP-интерфейс (версия 1.1) были добавлены улучшенные функции управления питанием ЖК-дисплея через контроль частоты кадров. Одна из этих функций позже стала называться Adaptive-Sync и теперь поддерживается интерфейсом DisplayPort.

**2010 г.** В eDP-интерфейс (версия 1.2) добавляется набор управляющих команд, передаваемый по дополнительно-

му каналу (AUX-шина), для управления некоторыми параметрами ЖК-дисплея, такими как яркость подсветки и характеристики цветопередачи. Введение этих команд позволило отказаться от управляющих сигналов в шине данных и вследствие этого удалить несколько контактов и проводов в интерфейсе ЖК-дисплея.

**2011 г.** В eDP-интерфейсе (версия 1.3) появляются новые протоколы, которые обеспечивают работу функции самообновления (Panel Self Refresh – PSR),

направленную на уменьшение мощности потребления ЖК-дисплеев. Суть её работы – снижение частоты обновления ЖК-дисплея, когда информация на нём статична. Функция PSR реализована на аппаратно-программном уровне. Аппаратная часть – это использование видеобуфера, уменьшающее количество обращений в память, прямое подключение экрана к интегрированному интерфейсу DisplayPort и прочие возможности. Программный уровень заключается в поддержке PSR-драйвером операционной системы. Эта функция ещё больше снижает мощность и продлевает срок службы батареи переносных устройств. Например, при чтении документов можно экономить более 80% энергии, так как в основном она будет тратиться только при перелистывании страниц.

**2013 г.** Очередное обновление eDP-интерфейса (версия 1.4) включило в него множество улучшений, связанных с дальнейшим уменьшением потребляемой мощности. Оптимизирована функция самообновления (PSR2) – введено зональное обновление экрана, то есть теперь при изменении картинки она обновляется не вся целиком, а только та часть, которая изменилась. Наиболее понятна работа функции PSR2 на примере экрана с текстом и мигающим курсором – раньше при мигании курсора обновлялся весь экран целиком, теперь же только зона курсора. Также важным дополнительным обновлением является улучшенная возможность быстрого изменения состояния мощности графического процессора. Дополнительная экономия энергии системы реализована на быстрых переходах графического процессора в режим с пониженным потреблением мощности при работе функции PSR2.

eDP-интерфейс (версия 1.4) также стал первой версией стандарта со сжатием потока отображения. Это сжатие потока позволило повысить скорость передачи битов и снизить количество проводов в видеоинтерфейсе, экономия энергии и уменьшая форм-фактор. В eDP-интерфейсе также появилось расширенное управление подсветкой экрана – функция локального затемнения, которая позволяет подсвечивать часть экрана в зависимости от изображения, то есть на тёмных зонах изображения экран затемняется, а на светлых подсветка более яркая. Локальное затемнение также помогает обеспечить дополнительную экономию энергии.



**ADVANTECH**

*Enabling an Intelligent Planet*

## Серии EKI-1500, EKI-1200

- Два порта Ethernet 10/100Base-TX с функцией резервирования
- Преобразование Modbus RTU/ASCII в Modbus TCP (серия EKI-1200)
- Режимы: виртуальный COM-порт, сервер/клиент TCP и UDP, Serial Tunnel
- Множественный доступ к COM-портам
- Автоматическое восстановление соединения
- Скорость передачи до 926,1 кбит/с
- Защита портов от электростатического разряда до 15 кВ постоянного тока



**EKI-1521**  
1 порт RS-232/422/485



**EKI-1222**  
Шлюз Modbus RTU/ASCII в Modbus TCP



**EKI-1524**  
4 порта RS-232/422/485



**EKI-1526**  
16 портов RS-232/422/485

**PROSOFT®**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU



Реклама

**2015 г.** Опубликована редакция eDP-интерфейса версии 1.4a, которая включила в себя два серьёзных обновления:

- улучшенное сжатие видеопотока по сравнению с реализованным в eDP-интерфейсе ранее (стандарт Display Stream Compression – DSC, опубликованный в марте 2014 года);
- обновление стандарта DisplayPort версии 1.3, принятого в сентябре 2014 года.

Оба новых стандарта внесли важные улучшения в eDP-интерфейс версии 1.4a, например, скорость соединения 8,1 Гбит/с, определённая в DisplayPort (версия 1.3), в сочетании с DSC обеспечивает поддержку разрешения экрана 8K (7680×4320 пикселей).

Отдельно стоит отметить добавленную в eDP-интерфейс версии 1.4a технологию Multi-SST Operation (MSO), которая поддерживает архитектуру так называемых сегментированных ЖК-дисплеев.

Технология MSO позволяет сделать ЖК-панели тоньше, легче, дешевле и снизить их энергопотребление. Сегментация даёт более высокий уровень интеграции на ЖК-дисплеях с высоким разрешением – каждый сегмент имеет свой драйвер управления, в котором присутствует модуль самообновления PSR и распаковщик DSC. В каждый сегмент идёт свой высокоскоростной канал передачи видеоданных (Main Link), дополнительный канал AUX и линия «горячего» подключения HPD – по одной на ЖК-дисплей. Такое разделение значительно упрощает электронике управления ЖК-дисплеем и даёт возможность производить всё более тонкие ЖК-дисплеи, что весьма важно для мобильных решений.

### eDP-ИНТЕРФЕЙС В ТЕКУЩЕМ ВИДЕ

Сделав множество улучшений в eDP-интерфейсе версий 1.4 и 1.4a, производители оборудования, использующие eDP-интерфейс, обнаружили некоторые неопределённости в этом стандарте. Также было выявлено несколько конфликтов со стандартом DisplayPort версии 1.3. Всё это было учтено в eDP-интерфейсе версии 1.4b, помимо этого он включил в себя несколько других улучшений.

Функция самообновления PSR2 получила множество уточнений и пояснений. Добавлена возможность выбора степени детализации для области обновления, чтобы уменьшить сложность внутреннего хранилища буфера кадров.

Так как многие контроллеры синхронизации используют сжатие изображений для хранения буфера кадров, то ограничение размера этого буфера упрощает реализацию кодека сжатия и опять-таки приводит к снижению стоимости конечного изделия.

Если зональные обновления не используются (обновляется весь экран целиком), то поддерживать функции синхронизации изображения и звука не требуется – исключены функции AUX Frame Sync и DisplayPort GTC. Для тех-

нологии MSO были добавлены регистры проверки циклической избыточности (CRC), позволяющие проверять целостность данных для передачи видео на каждый сегмент панели, вплоть до четырёх разрешённых сегментов ЖК-дисплея.

Помимо перечисленного были введены небольшие корректировки для eDP-интерфейса версии 1.4b и улучшена совместимость со стандартом DisplayPort версии 1.3. В этом виде eDP-интерфейс версии 1.4b в октябре 2015 года был



Нормирующие преобразователи  
Коммуникационные устройства  
Системы распределённого ввода/вывода

-40...+85°C

## MAQ20

Надёжная система сбора и передачи данных



ETHERNET USB

RS-232 RS-485 Modbus

- ✓ Низкая стоимость канала
- ✓ Высокая точность измерения – погрешность ±0,035%
- ✓ Съёмная карта формата MicroSD для хранения данных
- ✓ Широкий диапазон напряжения питания 7–34 В пост. тока
- ✓ Компактность – 24 модуля ввода/вывода или 384 канала в стандартном 19” корпусе

#### Программное обеспечение от DATAFORTH

- ReDAQ – индивидуальное конфигурирование каждого канала, отображение параметров в виде графических форм
- IPEmotion – SCADA-система для отображения, управления и записи параметров

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU



Таблица 2

Рост скорости передачи данных в интерфейсе DisplayPort

Версия DP	Скорость передачи данных	Максимальное разрешение (24 бит на точку, 60 Гц)	
		Дискретизация 4:4:4	Дискретизация 4:2:0
DP 1.0	1,62 Гбит/с (Reduced BitRate)	1920×1080	Не поддерживается
	2,7 Гбит/с (High BitRate)	2560×1600	Не поддерживается
DP 1.2	5,4 Гбит/с (High BitRate 2)	4K×2K	Не поддерживается
DP 1.3/1.4	8,1 Гбит/с (High BitRate 3)	5K×3K	8K×4K

признан окончательной версией и передан в производство.

В табл. 2 сведены показатели скорости и разрешения разных версий интерфейса DisplayPort. Таким образом, суммарная скорость передачи данных в интерфейсе DisplayPort версии 1.4 составляет: **8,1 Гбит/с** (на 1 канал) × **0,8** (накладные расходы на кодирование) × **4** (максимально возможное количество каналов данных) = **25,95 Гбит/с**.

High BitRate 3 (скорость прохождения единицы информации), используемая

в интерфейсе DisplayPort версии 1.4, позволяет подключать дисплеи (через один коннектор) со следующими разрешениями экрана:

- 5K×3K (разрешение 5120×2880), 24 бит на точку, 60 Гц;
- 4K UHD (разрешение 3840×2160):
  - 24 бит на точку, 120 Гц;
  - 30 бит на точку, 96 Гц.

При использовании Multi-Stream Transport (MST) – технологии подключения до 3 мониторов к одному физическому порту – можно расширить варианты используемых дисплеев:

- два 4K UHD-дисплея;
- до 4 дисплеев разрешением 2560×1600 (ограничивается возможностями источника видео);
- до 7 дисплеев разрешением 1920×1080 (ограничивается возможностями источника видео);
- один 4K UHD-дисплей + два дисплея с разрешением 2560×1600 [3].

Технология MST предполагает использование MST-хаба в виде отдельного устройства или интегрированного в монитор. Монитор со встроенным MST-хабом имеет один DisplayPort-вход и один выход.

При использовании таких мониторов их следует подключать цепочкой (подключение daisy-chain), то есть первый к видеокarte, второй к первому, а третий ко второму монитору.

Технология MST требует поддержки со стороны видеокарты компьютера. На сегодня MST поддерживается компаниями AMD (начиная с Radeon HD6xxx), NVIDIA (Geforce GTX 750 и старше, NVS 310, NVS 315, NVS 510).

**Перспективы развития**

Развитие и улучшения eDP-интерфейса версии 1.4b стали возможными благодаря гибкому и расширяемому стандарту DisplayPort, который также включает в себя возможность оставаться обратно совместимым. Расширенный набор регистров на стороне ЖК-дисплея обеспечивает поддержку как новых, так и старых функций интерфейса DisplayPort, включая функции мониторинга состояния устройства и управления источником видеосигнала.

Развитие интерфейса будет продолжаться и дальше, уже сейчас обсуждается будущая версия eDP-интерфейса,



**ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ**

Разработка электронного оборудования по ТЗ заказчика в кратчайшие сроки

- Модификация КД существующего изделия
- Разработка спецвычислителя на базе СОМ-модуля
- Конфигурирование модульного корпусированного изделия
- Сборка магистрально-модульной системы по спецификации заказчика
- Разработка изделия с нуля

**КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

Контрактная сборка электроники уровней: модуль / узел / блок / шкаф / комплекс

- ОКР, технологические консультации
- Макеты, установочные партии, постановка в серию
- Полное комплектование производства импортными и отечественными компонентами и материалами
- Поддержание складов, своевременное анонсирование снятия с производства, подбор аналогов
- Тестирование и испытания
- Гарантийный и постгарантийный сервис

WWW.DOLOMANT.RU • (495) 739-0775

Реклама

# Клавиатуры и указательные устройства для самых требовательных применений



- Длительный жизненный цикл продуктов
- Соответствие международному стандарту IEC 60945
- Степень защиты IP68
- Наличие изделий на складе
- Заказные разработки



Таблица 3

Суммарное количество переносных/мобильных устройств и доли в них интерфейса DisplayPort с прогнозом до 2021 года\*

Суммарное количество переносных компьютерных устройств (млн штук)						
2012	2013	2014	2015	2016	2021	Среднегодовой темп роста 2016–2021
1980,7	2119,7	2256,2	2274,8	2222,4	2519,7	2%
Переносные компьютерные устройства с интерфейсом DisplayPort (млн штук)						
2012	2013	2014	2015	2016	2021	Среднегодовой темп роста 2016–2021
80,4	90,1	115,4	101,3	116,4	733,8	36%
Суммарное количество мобильных телефонов (млн штук)						
2012	2013	2014	2015	2016	2021	Среднегодовой темп роста 2016–2021
1580,9	1685	1812,7	1870,6	1849,9	2111,9	2%
Мобильные телефоны с интерфейсом DisplayPort (млн штук)						
2012	2013	2014	2015	2016	2021	Среднегодовой темп роста 2016–2021
0,7	6,4	21	15,3	12	412,6	80%

\*Источник: www.strategyanalytics.com

которая будет использовать особенно-сти интерфейса DisplayPort версии 1.4.

Из интерфейса DisplayPort версии 1.4 в eDP-интерфейс будет включён метод прямой коррекции ошибок (Forward Error Correction – FEC) для видеосвязи. Данный метод коррекции очень важен при сжатии видеопотока с использованием DSC. FEC будет использоваться для исправления сбоев и ошибок при передаче видеоданных, передавая избыточную информацию, на основе которой можно будет восстановить первоначальную информацию.

Также в eDP-интерфейс добавят поддержку формата данных с высоким динамическим диапазоном (HDR). Тем самым можно будет по eDP-интерфейсу подключать ЖК-дисплеи с поддержкой HDR. Интегрировать будут текущий стандарт HDR10, используемый сейчас в Blu-ray и HDMI 2.0b. В дальнейшем eDP-интерфейс будет обновлять в своём составе HDR по мере его развития.

Успешная реализация и внедрение стандартов DisplayPort и eDP были бы невозможны без совместных усилий бо-

лее 230 членов ассоциации VESA (Video Electronics Standard Association – ассоциация стандартизации видеоэлектроники, основанная в 1989 году компанией NEC Home Electronics и несколькими ведущими производителями видеоадаптеров). Все члены VESA имеют равный доступ ко всем рабочим группам, предложениям и проектной документации. Организация проводит около 10 различных заседаний рабочих групп в неделю, охватывая различные стандарты VESA, и несколько семинаров в год для всех участников. Участие в этих мероприятиях даёт компаниям-участникам (разработчикам программного обеспечения, чипов и ЖК-дисплеев, поставщикам коммуникационных и вычислительных комплексов) возможность лучше понимать проблемы друг друга, что способствует взаимовыгодному развитию.

### ПРИМЕНЕНИЕ eDP-ИНТЕРФЕЙСА НА РЫНКЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ведущие производители ЖК-дисплеев уже начали в своих изделиях приме-

нять eDP-интерфейс. На сегодняшний день доля использования eDP-интерфейса весьма скромна, но в ближайшее время таких ЖК-дисплеев будет всё больше и больше.

По оценкам аналитической компании Strategy Analytics, по состоянию на 2016 год более 5% ноутбуков, планшетных ПК и мобильных телефонов выпущены с интерфейсом DisplayPort, а в перспективе эта цифра будет расти (достигнет 29% к 2021 году), табл. 3.

Если рассматривать долевое распределение применяемых видеоинтерфейсов, то необходимо учитывать область применения. На рынке переносных (мобильных) устройств eDP-интерфейс занимает весьма существенные позиции, потеснив такие типы интерфейсов, как CMOS, LVDS, DSI/MIPI. И это легко объяснимо: появилась возможность создания менее габаритных устройств с матрицами высокого разрешения. Если же посмотреть в сторону использования eDP-интерфейса в решениях для промышленного сегмента, то тут его позиции пока весьма слабые. Как известно, консервативность этого направления часто зависит от серийности проектов, потому что никто не будет каждый раз при повторении проекта вносить серьёзные изменения, такие как, например, изменение видеоинтерфейса, что, скорее всего, повлечёт замену и процессорной платы. Также сильное влияние на промышленный сегмент оказывает надёжность технического решения. Во многих отраслях промышленности технические новинки появляются только после длительного тестирования на менее ответственных направлениях.

В связи с этим предложений у крупных производителей ЖК-дисплеев с eDP-интерфейсом пока не так много, но уже есть из чего выбрать.

Один из таких производителей – компания AU Optronics (AUO), которая

Применение eDP-интерфейса в ЖК-дисплеях AU Optronics

Таблица 4

	Диагональ	Разрешение	Яркость, кд/м <sup>2</sup>	Контрастность	Время отклика, мс	Потребляемая мощность, Вт	Диапазон температур хранения/ рабочих температур
G101UAN01.0	10,1"	1920×1200	400	800:1	25	3,5	-20...+60°C/-10...+60°C
B125XTN03.0	12,5"	1366×768	300	800:1	25	4,3	-20...+60°C/0...+50°C
B140HAN01.1	14"	1920×1080	300	800:1	25	5,4	-20...+60°C/0...+50°C
G150XTK01.1	15"	1024×768	390	700:1	8	6,9	-30...+85°C/-30...+85°C
G156HAN01.0	15,6"	1920×1080	400	800:1	25	13,4	-20...+60°C/-10...+60°C
M270QAN01.0	27"	3840×2160	300	1000:1	12	44,6	-20...+60°C/0...+50°C
M320QAN01.0	32"	3840×2160	350	1000:1	12	52	-20...+60°C/0...+50°C

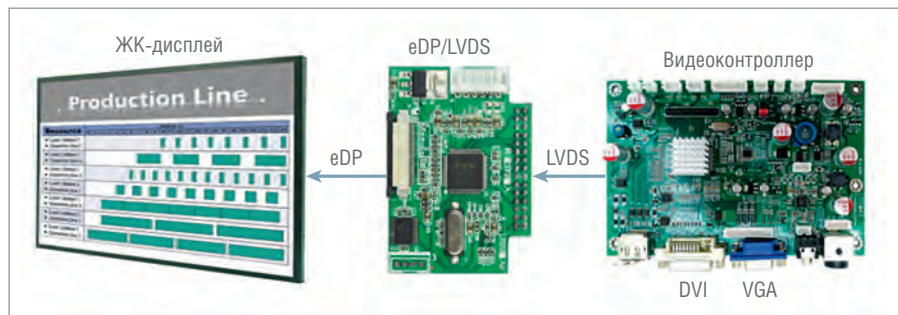


Рис. 2. Подключение ЖК-дисплея с eDP-интерфейсом к видеоконтроллеру с LVDS-интерфейсом

присутствует на рынке ЖК-дисплеев с 2001 года. Компания AUO является одним из основных мировых производителей ЖК-дисплеев, её доля на рынке составляет более 17%, продукция AUO считается первой в мире на рынке ЖК-дисплеев малых размеров (для цифровых фотокамер, принтеров и мобильных аудиоустройств).

В табл. 4 приведены характеристики некоторых моделей ЖК-дисплеев с eDP-интерфейсом.

По приведённым параметрам ЖК-дисплеев видно, что eDP-интерфейс уже сейчас присутствует в наиболее востребованных моделях с различными значениями разрешения экрана, яркости и контрастности. Указанные диапазоны температур хранения и эксплуатации позволяют найти вариант ЖК-дисплея для различных применений: бытового, промышленного и даже для жёстких условий (модель G150ХТК01.1).

Компания **LiteMAX Electronics** тоже обратила внимание на ЖК-дисплеи с eDP-интерфейсом и добавила в свою номенклатуру ЖК-дисплей 15,6". LiteMAX Electronics хорошо известна своими ЖК-дисплеями повышенной яркости с LVDS-интерфейсом. В случае с eDP-интерфейсом ЖК-дисплей обладает такими характеристиками:

- яркость – 1400 кд/м<sup>2</sup>;
- контрастность – 800:1;
- время отклика – 25 мс;
- потребляемая мощность – 17 Вт;
- углы обзора – 178° (в горизонтальной и вертикальной плоскостях);
- диапазон температур хранения –20...+60°С;
- диапазон температур эксплуатации –10...+60°С.

При использовании этого ЖК-дисплея в паре с видеоконтроллером (обеспечение возможности подключения по VGA, DVI или DisplayPort) LiteMAX Electronics использует переходную плату eDP–LVDS, так как применяемые LiteMAX видеоконтроллеры на своём выходе имеют LVDS-интерфейс. При-

мер такой связки показан на рис. 2. Тем самым LiteMAX Electronics показывает возможность интеграции eDP с более старыми интерфейсами.

LiteMAX Electronics имеет в своём арсенале и процессорные платы формата MicroATX (AMAX-LNF1) и Mini-ITX (AMIX-APL1, AMIX-KBL1/SKL1) с поддержкой eDP-интерфейса, что даёт возможность приобрести сразу комплект, в который входят процессорная плата, ЖК-дисплей и все необходимые кабели от одного производителя, обеспечив тем самым совместимость оборудования.

Осторожно на рынке ЖК-дисплеев в части использования eDP-интерфейса ведёт себя и компания **Sharp**. На сегодняшний день в их номенклатуре доступен к заказу ЖК-дисплей с eDP-интерфейсом – модель 13,3" LQ133M1JW07 формата Full HD (1920×1080), с яркостью 300 кд/м<sup>2</sup> и контрастностью 1000:1. По своим эксплуатационным характеристикам этот ЖК-дисплей позиционируется для бытового применения.

Ранее компания Sharp выпустила несколько моделей ЖК-дисплеев с eDP-интерфейсом для своих изделий, а также на заказ для других производителей различных мобильных (переносных) устройств – ноутбуков и планшетов, например, модели 15,6" LQ156D1JX01B (LQ156D1JW02, LQ156D1JW04) формата Ultra HD (4K) 3840×2160, с яркостью 330 кд/м<sup>2</sup> и контрастом 1000:1. Данные ЖК-дисплеи применяются в ноутбуках Sharp, Dell и Lenovo.

Не стоят в стороне и другие компании, такие как **Advantech**, **IEI**, **AAEON**. Помимо интерфейса DisplayPort у них реализован eDP-интерфейс в промышленных процессорных платах форматов MicroATX, Mini-ITX и одноплатных компьютерах 3,5".

Анализируя приведённую информацию, можно твёрдо сказать, что eDP-интерфейс уверенно вошёл в мир промышленной автоматизации и с течени-

ем времени будет занимать всё более сильные позиции среди конкурентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Темпы развития современных интерфейсов передачи аудио- и видеоданных для средств визуализации информации показывают, что единого лидера пока что нет. Одна из причин – это осторожный и неторопливый переход к 4K-решениям, так как вопрос цены пока является весомым фактором при выборе ЖК-дисплея. В итоге на сегодняшний день предпочтение чаще отдаётся более дешёвым форматам от HD (1280×720) до Full HD (1920×1080), реже формату WQHD (2560×1440). А для работы с ними достаточно использовать интерфейсы VGA, DVI и HDMI в бытовом сегменте и LVDS-интерфейс в промышленном.

Но всё же, по мнению различных исследовательских компаний, в ближайшие 5–7 лет интерфейсы VGA и DVI уйдут в прошлое по причине отсутствия дальнейшего развития и отказа от их поддержки ведущими производителями компьютерного оборудования. Современные дисплейные порты будут заменены интерфейсами HDMI и DisplayPort (eDP), но кто именно останется на лидирующей позиции при работе с дисплеями сверхвысокой чёткости, покажет время. На сегодня складываются благоприятные перспективы развития интерфейсов DisplayPort и Embedded DisplayPort. ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. Универсальный дисплейный интерфейс VESA – DisplayPort [Электронный ресурс] // Мир периферийных устройств ПК. – Режим доступа : <http://www.mirpu.ru/interface/85-dispint/122-newdispport.html>.
2. Wiley C. The New Generation Digital Display Interface for Embedded Applications [Электронный ресурс] // Сайт консорциума VESA. – Режим доступа : <https://www.vesa.org/wp-content/uploads/2010/12/DisplayPort-DevCon-Presentation-eDP-Dec-2010-v3.pdf>.
3. VESA. DisplayPort v1.3 Feature Summary [Электронный ресурс] // Сайт консорциума VESA по интерфейсу DisplayPort. – Режим доступа : <http://www.displayport.org/wp-content/uploads/2014/09/DP-1.3-Overview-for-VESA-v1.pdf>.

**Автор – сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (812) 448-0444  
E-mail: info@spb.prosoft.ru**