

# HDMI версии 2.0 усложняет требования к тестированию

Садаф СИДДИКУ (Sadaf SIDDIQUI)

**Мультимедийный интерфейс высокой четкости (HDMI) представляет собой цифровой видеointерфейс для бытовой электроники. Скорости передачи данных, необходимые для работы с дисплеями и видеоформатами следующего поколения, превосходят возможности большинства современных чипсетов HDMI.**

Новая спецификация HDMI 2.0 предусматривает существенное расширение полосы пропускания и добавляет усовершенствования, обеспечивающие поддержку новых и будущих потребностей рынка. Новые функции включают:

- Разрешение 4K с частотой кадров 50/60 Гц (2160p), что в 4 раза превышает разрешение 1080p/60.
- До 32 звуковых каналов для многомерного воспроизведения с эффектом присутствия.
- Частота дискретизации звука до 1536 кГц, обеспечивающая высочайшее качество воспроизведения.
- Одновременная доставка двух видеопотоков для просмотра нескольких программ на одном экране.
- Одновременная доставка нескольких звуковых потоков для нескольких пользователей (до 4).
- Поддержка широкоугольного кинотеатрального формата с соотношением сторон 21:9.
- Динамическая синхронизация видео и звука.

- Расширения CEC для управления бытовой электроникой с одного пульта.

Интерфейс HDMI передает несколько разных сигналов (рис. 1, таблица).

В ранних версиях спецификации HDMI максимальная композитная скорость составляла 10,2 Гбит/с (три канала TMDS по 3,4 Гбит/с на канал); теперь в версии 2.0 максимальная композитная скорость увеличена до 17,8 Гбит/с (три канала данных по 5,94 Гбит/с). И хотя спецификации кабеля и разъема не поменялись, во избежание помех для другого периферийного оборудования (например, для адаптеров беспроводных сетей, устройств Bluetooth, беспроводных клавиатур и мышей) нужно использовать кабели высокого качества.

С ростом тактовой частоты разъемы и кабели все больше становятся похожими на сложные линии передачи, и для обеспечения корректной работы инженеры должны применять к ним принципы проектирования высокоскоростных устройств. Современные осциллографы реального времени обладают широкой полосой пропускания и пико-

секундными длительностями фронтов, что упрощает измерение параметров высокоскоростных шин (при наличии соответствующей тестовой оснастки). Негативное влияние активных факторов, таких как временной джиттер, фазовый шум задающего генератора и нелинейность усилителя, а также пассивных факторов, например отражений и флуктуаций задержки в проводниках печатной платы, приобретает большее значение, чем на низких скоростях.

Любое изделие с интерфейсом HDMI, будь то DVD-плеер, компьютер или видео-карта, подлежит сертификации в одном из авторизованных центров тестирования HDMI. Требования к сертификации физического уровня зафиксированы в Спецификации тестирования на соответствие стандарту HDMI 2.0 или CTS. Спецификации и тесты разработаны организацией HDMI Licensing, LLC. В документе CTS определены тесты, которые должны выполняться на одной или нескольких высокоскоростных линиях TMDS при каждом значении разрешения для спецификаций HDMI 1.4b и HDMI 2.0.

Таблица. Назначение контактов разъема типа A

Функция	Количество контактов	Номера контактов
3x-TMDS	9	1–9
Тактовая частота TMDS	3	10–12
CEC	1	13
Сервис	1	14
Шина I <sup>2</sup> C (DDC)	2	15, 16
«Земля»	1	17
+5 В	1	18
Обнаружение подключения	1	19
HEAC (общие контакты)	3	14, 17, 19

**Примечания.** TMDS — дифференциальная сигнализация с минимальным числом переходов (3 канала TMDS передают видео, аудио и вспомогательные данные). CEC — управление бытовой электроникой. DDC — канал данных дисплея (идентификация дисплея и обмен ключами шифрования). HEAC — обратный канал звука и HDMI Ethernet.

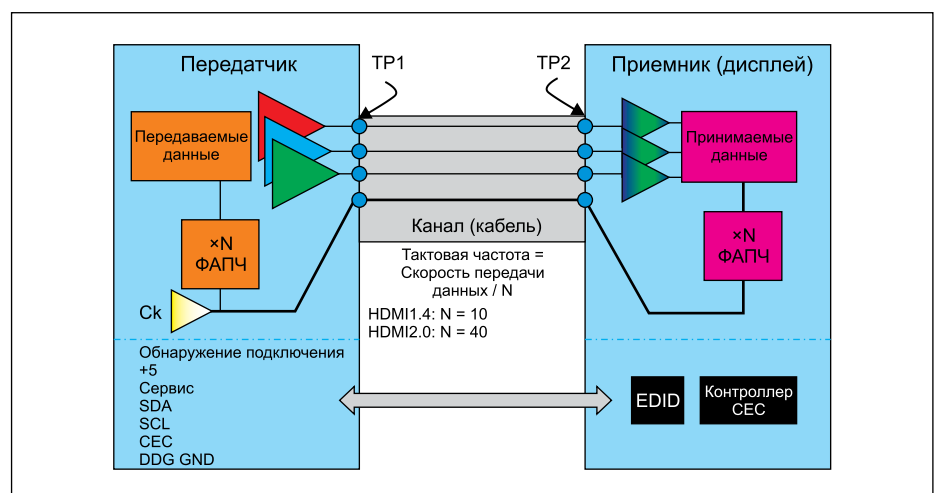


Рис. 1. Интерфейс HDMI

Для тестирования передатчика HDMI нужно подключить контрольно-измерительное оборудование к адаптеру контрольной точки (ТРА), который отвлекает измеряемые сигналы на стандартный коаксиальный разъем. Пример подключения измерительной системы к сигналам HDMI приведен на рис. 2.

Не всегда удается подключить к измерительной системе одновременно все сигналы HDMI TMDS, поэтому в процессе тестирования, скорее всего, будет использоваться коммутация сигналов. Кроме того, результаты нужно обработать так, чтобы исключить влияние ТРА и измерительных кабелей. Необходимые функции обработки для HDMI 2.0 показаны на рис. 3. В их число входит: устранение влияния тестовой оснастки, применение в системе HDMI модели кабеля с наихудшими параметрами (зависимость потерь от частоты), добавление наихудшего рассогласования фазы на каждой стороне дифференциальной пары (по одному сигналу в каждый момент времени) и моделирование минимальной частотной коррекции приемника HDMI (эталонный эквалайзер HDMI).

Контрольно-измерительное решение Keysight HDMI 2.0 сертифицировано Форумом HDMI как официальное средство тестирования на соответствие стандарту. Это решение обеспечивает широчайший охват тестов физического уровня HDMI. Сертификат получен при содействии авторизованных испытательных центров Simplay и Panasonic. Решение будет использоваться в Японии в испытательном центре Panasonic, а также в США, Китае и Корее в испытательных центрах Simplay. В качестве контрольно-измерительного оборудования будет применяться опция TDR для Keysight E5071C ENA, осциллограф серии Infiniium 90000 с опцией эмуляции линии передачи, ParBERT 81250A и новый генератор сигналов произвольной формы M8190A с малым джиттером и высококачественным выходным сигналом. ParBERT и генератор поддерживают тестирование физического уровня на скорости 18 Гбит/с, включая измерение глазковой диаграммы и допусков джиттера физического уровня 6G, что очень важно для измерения характеристик на уровне ИС.

Кроме полной проверки соответствия стандарту, имеются аппаратные опции для выполнения специальных тестов. Программное обеспечение измерения электрических параметров HDMI и тестирования на соответствие стандарту Keysight N5399C и N5399D предлагают законченную среду исполнения тестов для проверки электрических характеристик и диагностики источников сигнала HDMI 1.4 и HDMI 2.0. Это программное обеспечение является одним из измерительных инструментов, принятых для измерения компонентов HDMI во многих авторизованных испытательных центрах HDMI, причем работает оно на лучших в отрасли осциллографах Keysight семейства Infiniium.

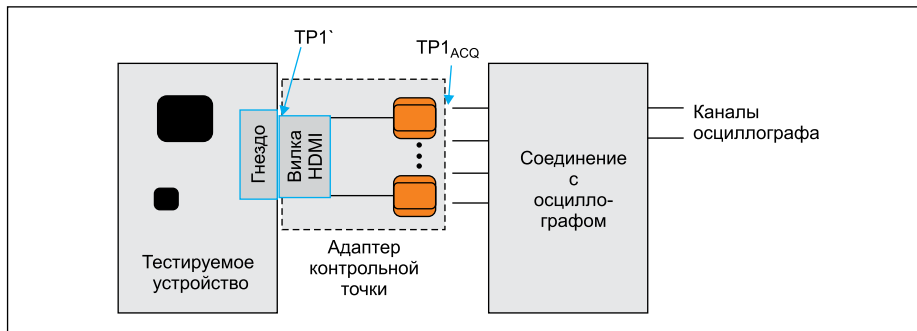


Рис. 2. Типовой адаптер контрольной точки для HDMI

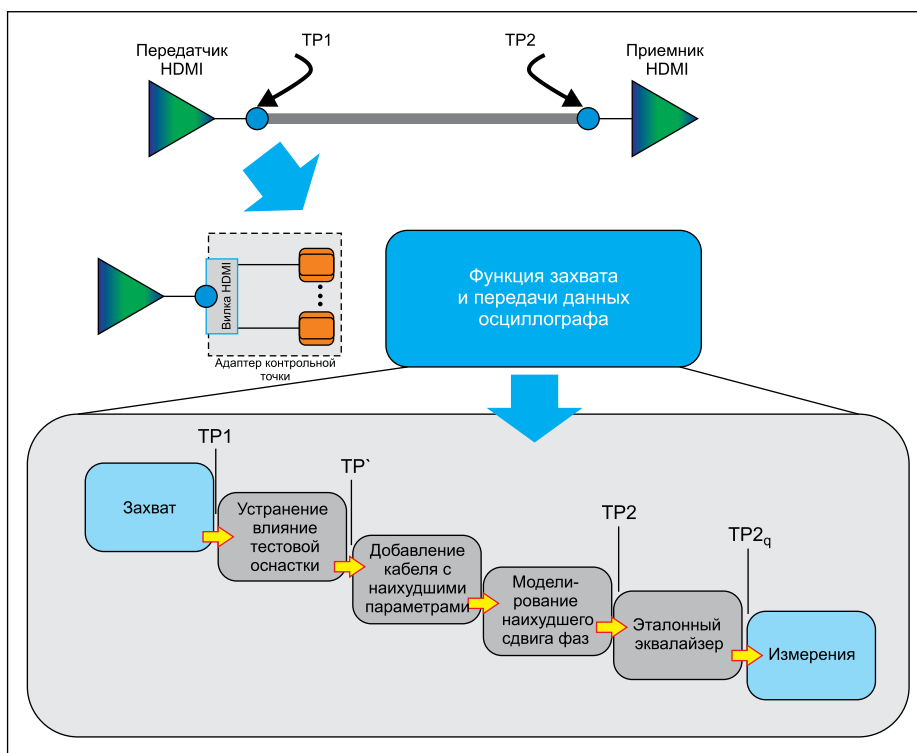


Рис. 3. Измерение параметров передатчика HDMI с помощью адаптера контрольной точки, кабеля и корректора

Применение ПО для проверки электрических характеристик и тестирования на соответствие стандарту HDMI (EPVC) на этапах разработки и предварительных испытаний дает уверенность в успешной сертификации в авторизованном центре тестирования HDMI. Компании, которые используют одобренное оборудование и документируют процессы испытаний, могут получить право на самостоятельную сертификацию HDMI.

Для измерения характеристик кабелей и разъемов HDMI широко применяется метод рефлектометрии во временной области. Один из методов, позволяющий измерять кабели HDMI и определенный в спецификации тестирования на соответствие стандарту HDMI для кабелей, использует опцию TDR для Keysight E5071C ENA. Измерения включают глазковую диаграмму данных TMDS (рис. 4), сдвиг фазы между парами и внутри пары, дифференциальный импеданс, взаимовлияние на дальнем конце, затухание и фазу.

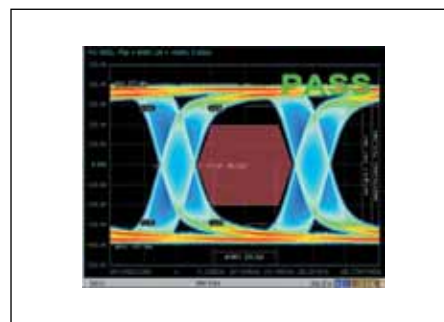


Рис. 4. Анализ глазковой диаграммы HDMI

Для тестирования приемников необходим источник сигнала (рис. 5), способный генерировать широкий диапазон кодовых последовательностей и добавлять к сигналу точное значение джиттера. Основными тестами высокоскоростных шин являются тесты чувствительности, сдвига фаз, допуска джиттера и синхронизации. Поскольку HDMI исполь-



Рис. 5. Схема тестирования приемника с помощью генератора сигналов произвольной формы

зует некогерентную схему с тактовой частотой TMDS, равной 1/40 от битовой скорости (для HDMI 2.0), это приводит к разному поведению джиттера данных и тактовой частоты. Точность измерения определяется собственным шумом источника (собственным джиттером) и возможностью контролировать атрибуты сигнала, такие как инжектированный джиттер. Ядро решения компании Keysight для тестирования приемников HDMI — генератор сигналов E4887A HDMI TMDS, созданный на основе ParBERT 81250, генератор сигналов произвольной формы M8190A с частотой дискретизации 12 Гвыб./с или недавно анонсированный генератор сигналов произвольной формы M8195A с частотой дискретизации 65 Гвыб./с (начало поставок в 2015 году). Генератор M8190A, который

уже одобрен для тестирования HDMI 2.0, обладает высокой надежностью и прост в обращении. Не требуя применения аппаратных кабельных эмуляторов, обходясь меньшим числом ручных перекоммутаций, позволяя на лету изменять размах напряжения, поддерживая ISI и функции измерения допуска джиттера, этот генератор является наиболее подходящей платформой.

Компания Keysight — активный член организации HDMI, постоянно принимающий участие в семинарах и в работе над спецификациями. Дополнительные ресурсы, содержащие обзор конструкции HDMI и поясняющие новейшие методы измерений, а также предлагающие иллюстрации и описания методов отладки, можно найти на странице [www.keysight.com/find/HDMI](http://www.keysight.com/find/HDMI). ■