

THX Certified 4K Interconnect Program™

Вот уже три десятилетия THX Ltd определяет эталонное качество AV-оборудования и стандарты сертификации кинематографического контента и его воспроизведения в разной среде, от коммерческих кинотеатров до домашних AV-систем. Суть философии THX® – донести до аудитории подлинное кинематографическое качество звука и изображения, которое максимально точно и достоверно отразит творческий замысел режиссера. THX является детищем киностудии Lucasfilm, ее дебют состоялся в 1983 году при съемке третьей части «Звездных войн» - фильма «Возвращение джедая» («The Return of Jedi»)

Если рассматривать целостность системы во всем комплексе, от источника сигнала до дисплея, нельзя недооценивать роль межблочных соединений. В конце концов, они отвечают более чем за 90% пути сигнала. Понимая это и учитывая повсеместное использование интерфейса HDMI®, компания THX разработала скрупулезную процедуру тестирования HDMI-кабелей на соответствие стандартам рабочих характеристик THX. Она называется THX Certified 4K Interconnect Program и опирается на спецификацию THX Interconnect Specification.

В рамках этой программы THX определила все основные элементы, необходимые для успешной, масштабируемой инсталляции HDMI соединений, обеспечивающей длительную безотказную эксплуатацию. Всего программа THX включает в себя 75 отдельных тестов в восьми ключевых областях, в числе которых: категоризация скорости передачи данных для пассивных и активных кабелей, измерение параметра S21 сетевым анализатором, анализ ошибок пикселей, тестирование протокола DDC, вспомогательные функциональные тесты, тесты на системную совместимость, а также силу удержания контакта и общее качество изготовления.



Рис. 1: Так выглядит логотип THX Certified на изделиях, прошедших сертификацию THX.

ВВЕДЕНИЕ

Рабочие характеристики аудиовизуальной системы всегда зависели и зависят от совокупности всех ее компонентов. Интерфейс HDMI довольно часто становится «головной болью» для специалистов по заказной инсталляции и интеграции оборудования, вынуждая их лишний раз заниматься поиском и устранением неисправностей.

Кабель HDMI признан во всем мире второй по частоте причиной возникновения проблем с функциональной совместимостью системы HDMI (причина №1 – конфликт с системой идентификации дисплея EDID, который сам по себе тоже вполне может быть вызван кабелем!) Сегодня, когда рынок завоевывает видео ультравысокой четкости UHD (4K/2160p), высокоскоростная передача сигнала, скорее всего, станет новым претендентом на лидерство в этом рейтинге наиболее частых причин сбоев приложений. Все это оборачивается для профессиональных интеграторов потерей времени и лишними финансовыми затратами. Качественные кабели помогут сэкономить не только время, но и деньги, значительно повысят производительность AV-системы и сведут к минимуму необходимость повторного вызова специалистов на место установки.

Многие полагают, что все кабели HDMI одинаково отвечают стандартам и прошли сертификацию. Если бы это соответствовало действительности, их качество неизменно было бы адекватным, и все они работали бы безотказно. К сожалению, это не так. И даже если они нормально функционируют непосредственно после инсталляции, из этого необязательно следует, что они продолжают безупречно работать, когда им придется столкнуться с такими аспектами реальности, как плохой контакт, неплотные разъемы, непропаиваемые соединения или электромагнитные помехи. Не подлежит сомнению, что кабель HDMI является так называемой «линией передачи с потерей сигнала». Хороший кабель отличается от плохого коэффициентом потерь и, что более важно, суммарным профилем потерь в системе.

Сертификация, проводимая третьей стороной высокого уровня, такой как THX, вносит существенные дополнения в стандартный комплект сертификационных испытаний для кабелей HDMI. В свою очередь, THX оценивает кабели, успешно прошедшие обычные квалификационные испытания, на пригодность к использованию в системах класса high-end, представляющих собой более сложные AV-системы с повышенной пропускной способностью интерфейсов – то есть такие, какими являются многие современные системы премиального класса.

Отличия от прежней программы

Несколько лет назад THX уже представляла программу сертификации межкомпонентных соединений, которая охватывала в основном аналоговые форматы, однако в нее были включены и отдельные кабели HDMI. В центре внимания этой первоначальной программы (в отношении HDMI) была гарантированная передача видео 1080p/60 и до 7.1 каналов звука, поскольку в то время это было пределом ожиданий. Совокупная пропускная способность 4,455 Гбит/сек была широко используемой скоростью передачи данных, средней между официальной пропускной способностью HDMI-кабелей категорий «Standard» и «High Speed». Эта программа действовала до 2012 года.

Полностью обновленная программа предусматривает жесткое тестирование при скорости передачи данных, вчетверо превышающей прежнюю, поскольку это необходимо для воспроизведения UHD-видео с высокой частотой обновления кадров и 30.2 каналов HD-аудио. Другими важными усовершенствованиями новой программы стал комплексный протокол связи и функциональное тестирование кабелей при передаче высокоскоростного и низкоскоростного контента, а также тщательная проверка механических характеристик и качества изготовления.

Соответствие стандартам HDMI

THX Ltd была не первой компанией, предложившей услуги третьей стороны по тестированию и сертификации HDMI-кабелей. Однако уникальной стороной ее подхода было требование обязательного соответствия спецификации HDMI Compliance Test Specification (CTS). Это включает в себя закрепление за получателями лицензии статуса HDMI Adopter в том случае, если это необходимо. Тесты THX были специально разработаны как подтверждение и дополнение официальных испытаний, проводимых авторизованными центрами тестирования HDMI (ATC), но в расчете на более высокие уровни пропускной способности, механической прочности и качества изготовления, что придает сертифицированной продукции дополнительную ценность.

Kordz Group является мировым пилотным брендом для реализации программы THX Certified 4K Interconnect Program. Компания имеет статус HDMI Adopter с 2005 года, кроме того, она также получила статус HDMI 2.0 Adopter. Все кабели HDMI, выпускаемые Kordz, успешно прошли сертификацию THX (среди прочих) и внесены в официальный список HDMI Product Finder на сайте hdmi.org.

Обзор программы

Режим тестирования кабелей HDMI в рамках программы THX Interconnect Certification является чрезвычайно жестким и бескомпромиссным. Он может быть сведен к 8 ключевым областям:

1. Категоризация скорости передачи данных для пассивных и активных кабелей

Спецификация HDMI определяет два тестовых уровня «скорости» для кабелей HDMI: «Стандартный» - 742,5 Мбит/сек на канал (совокупная пропускная способность - 2,22 Гбит/сек) и «Высокоскоростной» - 3,4 Гб/сек на канал (совокупная пропускная способность - 10,2 Гбит/сек). Спецификация HDMI 2.0 дополнительно определяет уровень скорости 6 Гбит/сек на канал (совокупная пропускная способность - 18 Гбит/сек), но не содержит новых определений для кабелей, поддерживающих такую скорость.

Вместо этого спецификация предлагает использовать профиль нового собственного эквалайзера на входе приемного устройства, который достигает пика сигнала на полосе 3 ГГц (для согласования со скоростью передачи данных 6 Гбит/сек на канал). Этот новый эквалайзер предлагается затем использовать в сочетании с уже имеющимися кабелями HDMI «High Speed» для достижения более высокой системной пропускной способности. Такая интенсивная экваллизация сигнала может действительно сгладить неизбежный рост аттенуации на таких беспрецедентных частотах, но она не может одновременно противостоять нарастающим нежелательным эффектам, возникающим при увеличении длины кабеля.

THX Interconnect Specification предусматривает тестирование на двух заданных уровнях скорости: 3,4 Гбит/сек на канал и 6 Гбит/сек на канал, причем как для пассивных, так и для активных кабелей. Уровень 6 Гбит/сек на канал позволяет удостовериться в способности кабеля поддерживать эту флагманскую пропускную способность независимо от влияния различных внешних факторов, таких как входной эквалайзер.

Основным отличием активных кабелей является указание параметров электропитания. В конце концов, активный - значит, потребляющий энергию. Для проверки соответствия стандарту THX, тестируется линия 5 В постоянного тока у входного разъема, чтобы убедиться, что суммарное потребление тока не превышает 50 мА (см. пункт 5: «Функциональные тесты»). В дополнение к этому, активные кабели содержат микросхемы, которые могут ограничивать их пропускную способность, то есть даже при наличии нового эквалайзера HDMI 2.0 EQ в приемном устройстве имеющийся у вас высокоскоростной активный кабель HDMI «High Speed» может не поддерживать новую, более высокую полосу пропускания. Сертификация THX сразу выявит это.

2. Тестирование параметра S21 с помощью векторного анализатора цепей

Авторизованные центры тестирования HDMI (АТС) выполняют подробные лабораторные испытания, квалифицирующие кабели HDMI как стандартные (Standard) или высокоскоростные (High-Speed). Ключевой процедурой, используемой для этого, является построение глазковой (индикаторной) диаграммы – Eye Pattern. Это графическое представление потока битов одного канала (по очереди) протокола TMDS. В общих словах, диаграмма отображает время подъема и время спада, уровни фазового дрожания (джиттера) и напряжения – то есть параметры, каждый из которых может ограничивать считываемую длительность бита. Для того, чтобы пройти тест на глазковую диаграмму, дифференциальное представление бита должно показать считываемую длину не менее 0,5 единичного интервала (UI) или 50% общей длительности бита. Для упрощения теста в центре «глазка» размещается предустановленная шестиугольная маска (показанная светло-серым цветом на рис. 2), которую невозможно убрать даже на мгновение.

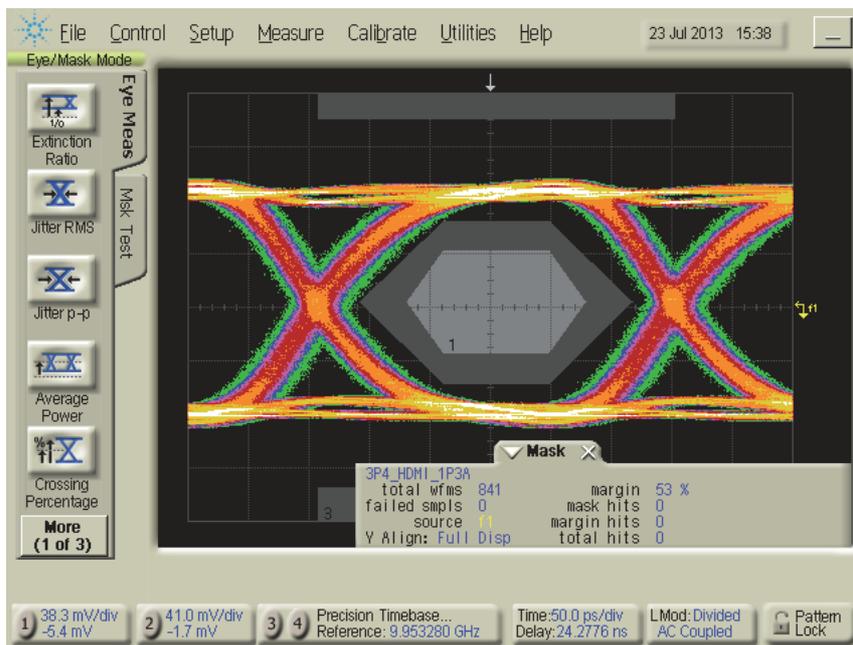


Рис. 2: Пример глазковой диаграммы с центральной маской

THX Interconnect Specification дополняет набор тестов, проводимых HDMI ATC, комплексным тестом на «S-параметр», а конкретнее, S21. Он обеспечивает всеобъемлющий охват линии передачи в системе, показывающий суммарную характеристику затухания сигнала при любой заданной ширине полосы пропускания. Вкратце, он измеряет собственные аналоговые характеристики носителя сигнала, а не процесс, происходящий внутри него (и являющийся цифровым элементом). Этот тест одинаково применим как к пассивным, так и к активным кабелям.

Как он работает? Кабель имеет целый ряд характеристик, комбинация которых образует уникальный профиль, определяющий максимальную пропускную способность, которую он в принципе может поддерживать. Наиболее значимыми являются характеристики общего сопротивления и обратных потерь (которые, по сути, суммируют все остальное), включая некоторые технические параметры, такие как напряжение, коэффициент стоячей волны и коэффициент отражения. При измерении параметра S21 подается тестовый сигнал с изменением частоты в тестируемое устройство (в данном случае кабель) и захватывается с другой стороны. Затем этот сигнал сравнивается с сигналом источника (см. рис. 3) и строится график его ослабления на кривой частоты/потерь, где потери измеряются в децибелах (дБ).

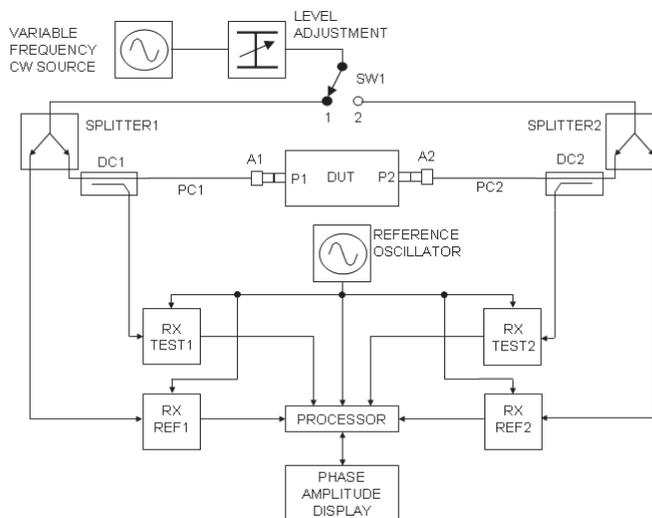


Рис. 3: Базовая архитектура 2-портового векторного анализатора цепей.
 График Криса Ангоува (Chris Andove), CC BY-SA 3.0 (оригинал)

THX Interconnect Specification применяет тестовый сигнал с изменяемой частотой для измерения параметра S21 вплоть до значимой полосы пропускания 6 ГГц, выстраивая график затухания с целью определения следующих двух уровней для тестируемого кабеля.

- 1,485 ГГц (суммарная пропускная способность 4,455 Гбит/сек) для сигнала до 2160p/30, 8 бит 4:4:4, или 2160p/30, 12 бит 4:2:2, или 2160p/60, 8 бит 4:2:0
- 3 ГГц (суммарная пропускная способность 18 Гбит/сек) для сигналов 2160p/60, 8 бит 4:4:4, или 12 бит 4:2:2, или 16 бит 4:2:0.

Здесь можно использовать следующую аналогию: тест S21 можно сравнить с построением графика общей эффективности работы железнодорожной сети (т. е. аналогового носителя), в то время как глазковая диаграмма, используемая HDMI ATC, показывает результирующее количество пассажиров и уровень их комфорта внутри самого поезда (другими словами, цифровой поток).

Один тест не заменяет другой, но оба они в комплексе дают более полное представление о собственной пропускной способности кабеля. Это один из многих примеров того, как спецификация THX дополняет спецификацию HDMI CTS.

3. Анализ погрешностей пикселей

При анализе погрешностей пикселей через испытываемый кабель длительно передается видеосигнал ультравысокого разрешения UHD. Лабораторное оборудование захватывает видеoinформацию, переданную через кабель, и сравнивает ее с исходным файлом источника, отмечая все «битые» пиксели (отличия от оригинала). В своем абсолютном стремлении к безупречному качеству воспроизведения THX Interconnect Specification допускает НОЛЬ погрешностей пикселей за весь период испытания.

4. Тестирование протокола DDC

Протокол обмена с монитором Display Data Channel (DDC) – это низкоскоростная шина передачи данных, использующая последовательный интерфейс I²C (или IIC). DDC состоит из двух проводов: один для передачи данных (SDA), другой для синхронизации (SCL). Это важная особенность кабеля HDMI, хотя часто ее принимают как должное. DDC отвечает за передачу данных идентификации дисплея EDID (Extended Display Identification Data) вверх по цепи от приемника/дисплея к источнику сигнала, а ключей протокола защиты широкополосных цифровых данных HDCP (High-Bandwidth Digital Content Protection) – в нисходящем направлении от источника к приемнику. Такая двунаправленная связь означает, что сигналы должны передаваться поочередно, при этом протокол DDC использует алгоритмы предотвращения столкновений и арбитража для обеспечения безотказной работы, при условии, что физические свойства самих проводников не будут препятствовать процессу.

На практике провода DDC становятся причиной эксплуатационной несовместимости чаще, чем любые другие элементы экосистемы HDMI. Высокое емкостное сопротивление кабеля может вызвать запаздывание, способное нарушить синхронизацию алгоритма предотвращения столкновений. Провода DDC в кабеле HDMI обычно бывают неэкранированными, так что перекрестные помехи являются обычным недостатком, возникающим вследствие недостаточно продуманной конструкции кабеля. Даже окончательное оборудование линии связи (провод-контакт) может отрицательно влиять на профиль потерь DDC.

Тестирование протокола DDC в рамках программы THX Interconnect Certification включает в себя продолжительное воздействие на кабель сгенерированных событий HDCP. Только НОЛЬ ошибок в заданный период времени формирует ПАРОЛЬ, разрешающий обмен действующими ключами и, соответственно, точными данными EDID. Примечательно, что тест, используемый THX, также предусматривает анализ физической конфигурации проводников кабеля через поперечное сечение (подгруппа характеристик в пункте 8: Качество исполнения), чтобы убедиться в том, что конструкция кабеля обеспечивает эффективное подавление собственной интерференции и перекрестных помех. Эти тесты дополняют требования спецификации HDMI CTS к

емкостному сопротивлению кабеля, которое не должно превышать 700 пикофард, чтобы сохранить арбитраж на шине I²C.

5. Функциональные тесты 5V, ARC, HEC и CEC

THX Interconnect Specification содержит четыре важных функциональных теста, позволяющих удостовериться, что испытываемый кабель безотказно справляется с четырьмя описанными ниже функциями как в лабораторных условиях, так и на практике.

Питание +5 В – Контакт 18 в разьеме HDMI предназначен для питания +5 В постоянного тока. Описанный в разделе 4.2.7 спецификации HDMI 1.4b, этот важнейший протокол, по сути, включает/выключает интерфейс HDMI. Он существует для того, чтобы приемное устройство было уведомлено о наличии источника сигнала с включенным питанием и ожидало поступления сигнала постоянного тока с напряжением в диапазоне +4,7-5,3 В (напряжение на линии TP2) и потреблением тока в цепи, не превышающем 50 мА. Помимо питания +5 В, протоколы HDMI затрагивают другие значимые факторы, связанные с напряжением постоянного тока, такие как размах напряжения и высокий/низкий уровни (напр., 1 и 0) для дифференциальной передачи сигнала в DDC и TMDS.

Плохое соединение, тонкое сечение, большая длина провода и/или использование материалов с низкой проводимостью для проводов 5 В – все это может привести к чрезмерной аттенуации, способной ухудшить способность кабеля HDMI подавать постоянный ток в заданном диапазоне напряжения, снизить его соответствие стандартам и дестабилизировать основную работу. Кроме того, любое использование линии 5 В для питания вспомогательных схем, таких как активные эквалайзеры в межблочных соединениях, может привести к потреблению тока, превышающему максимально допустимое значение 50 мА, что также может привести к несоответствию стандартам и возможным повреждениям оборудования.

Спецификация THX Interconnect Specification включает в себя тесты, позволяющие эмулировать источник сигнала и приемную систему, отвечающие стандартным требованиям, и измерить их воздействие на тестируемый кабель HDMI, чтобы убедиться в его соответствии коммутационным стандартам.

Обратный аудиоканал (ARC) – Спецификация HDMI предусматривает для обратного (реверсного) аудиоканала два разных режима: Single Mode и Common Mode. Режим Single Mode использует один и тот же провод совместно с протоколом обнаружения активных разъемов на контакте 19 для восходящей передачи аудиоданных от дисплея к источнику сигнала (AVR). Учитывая важность протокола HPD, этот контакт всегда подключен во всех кабелях HDMI независимо от их поколения и пропускной способности, и как таковой обратный аудиоканал ARC должен (теоретически) работать во всех кабелях HDMI. В отличие от этого, режим Common Mode использует для функции обратного аудиоканала витую пару HEC (HDMI Ethernet Channel) (в этом случае именуемую HEAC, где 'A' означает ARC). Однако поскольку линия связи HEC практически не используется, режим Common Mode также редко используется для функции ARC, кроме некоторых межбрендовых приложений.

HDMI ATC тестирует не функционирование самого обратного аудиоканала, а только подсоединение указанного выше провода. В отличие от этого, THX проводит функциональный тест ARC с использованием анализатора протоколов HDMI, подключенного к дисплею с поддержкой ARC, для проверки правильности работы обратного аудиоканала в режиме Single Mode.

HDMI Ethernet Channel (HEC) – Эта линия связи была добавлена в спецификацию HDMI в 2010 году в рамках версии 1.4. Поскольку она стала дополнением к прежней версии, для нее пришлось задействовать немногие еще доступные соединения для большого объема трафика. HEC использует прежде «зарезервированный» (т. е. «не используемый») контакт 14, а также контакт 19 совместно с протоколом HPD. Результатом стал Ethernet-канал 100 Мбит/сек для приложений на основе интернет-протокола (например, для совместного пользования интернетом несколькими устройствами). Кроме того, эта линия может выполнять дублирующую функцию в качестве опциональной платформы для режима Common Mode ARC (см. выше).

HDMI ATC не тестирует функциональность HEC. Тем не менее, HDMI CTS определяет для линии связи границы емкостного сопротивления, так же как для DDC и CEC. Кроме того, поскольку контакты 14 и 19 развязаны в разъеме HDMI, производительность этого протокола может быть ограничена, особенно в нестандартных кабелях. В отличие от этого, THX выполняет функциональный тест HEC с использованием анализатора протоколов HDMI с дискретными каскадами TX и RX и возможностью подключения Ethernet к ним обоим. Контент на базе интернет-протокола поступает к TX с внешнего маршрутизатора, передается через тестируемый кабель HDMI к RX и далее на выход через порт Ethernet. Это позволяет оценить правильность работы протокола HEC с реальным контентом.

Consumer Electronics Control (CEC) – Это универсально используемый протокол управления бытовой электроникой интерфейса HDMI. Опираясь на него, спецификация HDMI 2.0 предлагает обновленный стандарт CEC 2.0, который в будущем позволит вносить усовершенствования без изменения физической конструкции кабеля. HDMI ATC проверяет не функциональность самого протокола CEC, а только физическое наличие подсоединенного провода на контакте 13. В отличие от этого, THX проводит функциональное тестирование CEC с использованием анализатора протоколов HDMI, чтобы убедиться в правильности работы CEC при реальном выполнении операции передачи-приема сигнала.

6. Эксплуатационная совместимость

Этот набор тестов, проводимых в лабораторных условиях, задействует различные источники сигнала и приемные устройства с интерфейсом HDMI, которые систематически соединяются между собой тестируемым кабелем, чтобы убедиться в правильности его работы при практическом применении.

7. Удержание соединения

Раздел 4.1.9.2 спецификации HDMI четко определяет размерные ограничения для штыревого разъема HDMI типа A. Допуски в этой спецификации крайне малы и составляют всего + 0,04/- 0,05 мм по высоте и ширине корпуса разъема. Сюда также входят (как ни парадоксально) подпружиненные фиксирующие детали. Эти спецификации остаются неизменными с момента выпуска первой версии HDMI 1.0 в 2002 году.

То, что НЕ прописано в спецификации HDMI – это методы производства, материалы, а также старое доброе понятие качества. Поразительное количество штыревых разъемов HDMI на современном рынке демонстрирует плохое качество, они с трудом входят в гнезда и неплотно фиксируются в них, что служит основным поводом для критики HDMI в течение многих лет. Всю вину обычно приписывают самому интерфейсу HDMI, хотя на самом деле проблемы создаются нерадивыми производителями, выпустившими кабели. Этот недостаток привел к изобретению защелкивающегося разъема HDMI, который не предусмотрен никакими стандартами.

Компания Kordz всегда стремилась к бескомпромиссному качеству разъемов HDMI, используя тщательно выверенную конструкцию и лучшие материалы для создания «золотого эталона» разъема HDMI – такого, каким он должен быть. То есть такого, который идеально входит в гнездо, плотно фиксируется в нем, не изнашивается и не имеет защелкивающегося механизма, не предусмотренного спецификацией HDMI.

В настоящее время THX разработала первый в мире стандарт сертификации разъемов HDMI, чтобы гарантировать определенный уровень удерживающей силы состыкованного штепсельного разъема. Набор тестов включает в себя комплексный динамометрический тест, а также проверку сопряжения с десятью утвержденными образцами гнездовых разъемов HDMI ведущих мировых производителей, чтобы убедиться в эксплуатационной пригодности разъемов как в контролируемых лабораторных условиях, так и на практике.

8. Физический анализ (проверка качества изготовления)

Этот набор тестов завершает комплексную спецификацию THX Interconnect Specification. Методика проектирования конструкции кабеля HDMI влияет на его электрические характеристики и целостность механического соединения, а также на надежность и долговечность его работы после инсталляции. THX очень высоко поднимает стандарты качества и ожидает, что HDMI-кабели с маркировкой THX Certified будут точно соответствовать им и конструироваться таким образом, чтобы неизменно гарантировать высочайшие рабочие характеристики и длительный срок службы.

Для проведения физического анализа кабеля его образец вскрывается и проверяется на соответствие всему комплексу требований к конструкции и окончательной заделке проводов, определенному THX. В рассмотренных выше параграфах уже затрагивались некоторые из этих тестов, а именно анализ протокола DDC для проверки геометрии витой пары SDA/SCL, а также качественное тестирование соединения HDMI на достаточную удерживающую силу состыкованного штепсельного разъема. Другой задачей теста является проверка соответствия проводов внутри кабеля параметрам, заявленным производителем, в отношении как материала, так и калибра проводов.

Заключение

Программа THX Interconnect Certification Program была разработана для независимого тестирования кабелей HDMI с целью оценки их соответствия жестким стандартам THX. Взяв за основу фундаментальные требования спецификации HDMI, она дополнила ее тестами на поддержку совокупного битрейта 8,91 Гбит/сек и 18 Гбит/сек для воспроизведения видео UHD следующего поколения с высокой частотой обновления кадров, функциональными тестами с эмуляцией реальных условий эксплуатации, а также проверкой качества конструкции и тестами на удержание контакта. В результате удалось выработать четкий эталон качества, который позволит повысить характеристики AV-оборудования в рамках всей индустрии, сэкономить рабочее время интеграторов и облегчить поиск и устранение неисправностей.

Компания Kordz имеет статус «HDMI Adopter» с 2005 года, среди ее сотрудников есть два инструктора с сертификацией CEDIA и профильные эксперты по HDMI и UHD. Компания неоднократно участвовала в экспозиции «HDMI Techzone» на выставке CES, ее продукция завоевала прочную репутацию безупречного качества и соответствия стандартам. Мы гордимся своим партнерством с THX и тем, что наш бренд стал пилотным для новой программы THX Certified 4K Interconnect Program на мировом рынке. Это служит еще одним независимым подтверждением важности высококачественной коммутации для полноценного раскрытия всех возможностей UHD-видео следующего поколения.

Логотипы THX и THX Certified являются торговыми марками THX Ltd, зарегистрированными в США и других юрисдикциях.

Название и логотип HDMI являются торговыми марками HDMI Licensing, LL. Все права защищены. Спецификация HDMI 1.4b (и предыдущие версии) являются собственностью HDMI Licensing, LLC. Спецификация HDMI 2.0 является собственностью HDMI Forum, Inc.