

ВЫБОР HDMI КАБЕЛЯ.

КАЖУЩЕЕСЯ ИЗОБИЛИЕ. (Первая часть трилогии «HDMI 1.4»)

С выходом спецификации **HDMI 1.4** появилось сразу **пять типов кабеля** HDMI. Цель данной статьи - помочь разобраться в этом изобилии. Сразу оговорюсь, что материал предназначен для читателя, который уже имеет представление о том, что такое HDMI. Поэтому остановлюсь на самых выжных особенностях его конструкции и использования, а также сравнении с кабелем HDMI 1.3.

По большому счету, принципиальная разница в конструкциях «старого» кабеля 1.3 и «нового» 1.4 отсутствует, а те различия, что имеются, в основном касаются кабеля с Ethernet, причем большинство различий относится не к кабелю как таковому, а к новым возможностям самого формата, и реализовано в устройствах: источниках и приемниках сигнала. Более того, часть из этих возможностей существует пока только на бумаге.

Новая классификация теоретически должна облегчить пользователю выбор нужного кабеля, разделив кабельную продукцию по скорости передачи данных и функциональным возможностям (рис. 1).



Рис. 1

В ближайшее время все производители перейдут на стандартную систему обозначений всех пяти типов выпускаемых изделий. На каждом изделии будет нанесена маркировка в соответствии с его типом. Стандартизированная маркировка может быть нескольких видов: цветная, черно-белая, прямоугольная, круглая. **Самое главное - наличие такой такой маркировки уже определяет принадлежность кабеля к категории HDMI 1.4. При этом само обозначение «HDMI 1.4» может отсутствовать!**



1. Стандартный кабель HDMI

Стандартный кабель HDMI разработан для работы с большинством обычных домашних компонентов (DVD плееров, приемников спутникового ТВ, плазменных и жидкокристаллических панелей и т.д.) и предназначен для передачи сигналов изображения с разрешением до **1080i** или **720p**. По сути, это старый знакомый, HDMI 1.3 «категории 1», для него характерна пониженная (в сравнении с кабелем «категории 2») общая пропускная способность (на 3 канала- RGB) до 2,25 Гб/сек и тактовая частота до 74,25 МГц.

ВНИМАНИЕ! В ряде случаев, на длинах более 2 - 3 метров, о корректной передаче сигналов 1080p и выше при использовании такого кабеля можно забыть. Ситуация будет зависеть от качества конкретного экземпляра кабеля, но ведь при использовании этого типа никто и не обещал высокой скорости передачи данных. Визуально деградация сигнала изображения может наблюдаться даже на меньших длинах. Кабель этого типа предназначен в первую очередь для подключения обычных источников и приемников сигнала.

Тем, кто интересуются результатами тестирования различных кабелей будет небезынтересна ссылка:

<http://www.audioholics.com/education/cables/long-hdmi-cable-bench-tests/hdmi-cable-testing-results>

Этот самый бюджетный тип кабеля, **для тех, кому не требуется высокого качества изображения и звука.**



2. Стандартный кабель HDMI с Ethernet

Этот тип кабеля обладает теми же возможностями, что и стандартный кабель HDMI, рассмотренный выше (**1080i** или **720p**), но дополнительно снабжен специализированным каналом передачи данных Ethernet HDMI и предназначен для объединения разных компонентов в сети со скоростью до 100 Мбит/с и связи этих компонентов с интернетом. **Функциональные возможности кабеля Ethernet HDMI доступны, если оба связанных устройства поддерживают Ethernet HDMI.** Таких устройств на сегодня в России еще нет.

Следует заметить, что такой кабель поддерживает **канал возврата аудио (ARC)**. О функции ARC, его работе можно узнать во второй части статьи или более подробно: <http://www.tchernovaudio.com/?s=conte...gs&view=44> <http://www.hi-fi.ru/forum/forum87/topic67176/>

Типичная схема **Ethernet** соединений в аудио-видеосистеме показана на следующих рисунках (рис. 2,3). Более подробно этот вопрос рассмотрен во второй части статьи.

Возможности канала передачи данных Ethernet

3

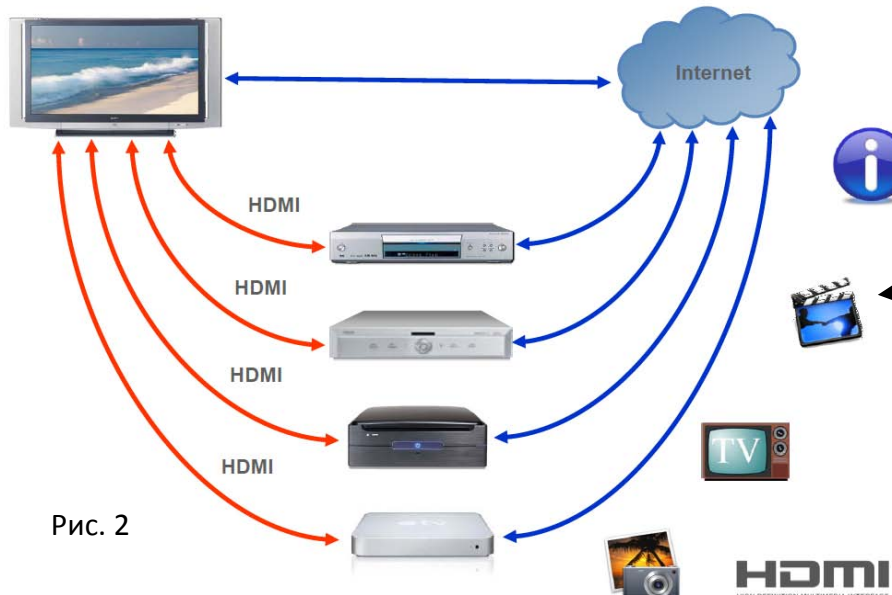


Рис. 2

Типовое соединение компонентов без Ethernet HDMI (рис. 2)

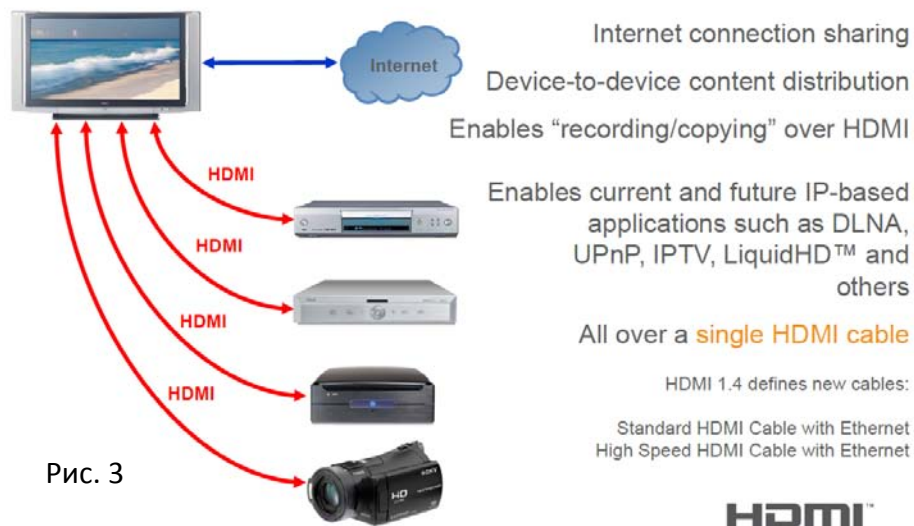


Рис. 3

Типовое соединение компонентов с Ethernet HDMI (рис. 3)



3. Автомобильный кабель HDMI

Новый тип кабеля HDMI, разработанный специально для транспортных средств, способен работать в жестких условиях, таких как вибрация, высокая влажность и температурные перепады. Предназначен для соединения различных мультимедийных устройств в автомобилях. Одна из возможных схем использования приведена на рисунке ниже (рис. 4).

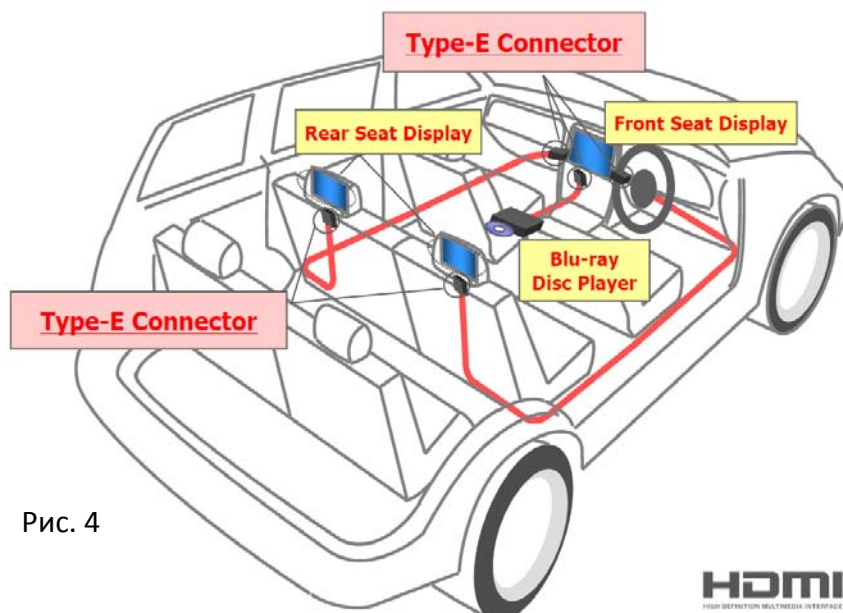


Рис. 4

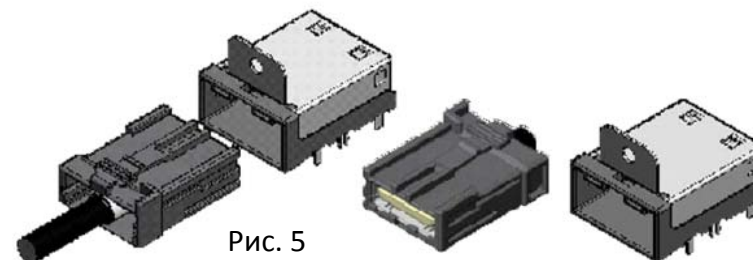


Рис. 5

Новый разъем HDMI E-типа с замком обеспечивает лучшую фиксацию коннектора в гнезде и предотвращает разъединение в процессе эксплуатации. На рис. 5 представлен вид разъема HDMI E-типа, источник: <http://www.hdmi.org/>. Таких устройств на сегодня в России нет, не говоря уже о кабеле.



4. Высокоскоростной кабель HDMI

Высокоскоростной кабель HDMI разработан для соединения **высококачественных домашних компонентов** (Blu-ray плееров, HDD плееров, приемников спутникового ТВ, плазменных и жидкокристаллических панелей) и предназначен для передачи сигналов изображения с разрешением **1080p** и выше (до **4 K** - 4096×2160, 24Hz). Общая пропускная способность (на 3 канала- RGB) достигает 10,2 Гб/сек, а допустимые тактовые частоты - до 340МГц. Пригоден для подключения ЛЮБЫХ источников и приемников сигнала. Имеет обратную совместимость со всеми типами HDMI, при условии использования разъемов А-типа. Основные отличия от стандартного кабеля HDMI заключаются в сечении и материале четырех витых пар, качестве и конструкции диэлектрика витых пар, экранирования пар и общей конструкции. Естественно, все это отражается на конечной цене изделия.

С моей точки зрения, это наиболее подходящий в большинстве ситуаций кабель, при условии, что Ваши компоненты не поддерживают HDMI 1.4 Ethernet или Вы в дальнейшем не собираетесь подключать домашнюю сеть и интернет к Вашей аудио-видео системе. **Это значительно более качественный кабель** по сравнению со STANDART и STANDART with ETHERNET. Разница в изображении хорошего HIGH SPEED кабеля, по сравнению с кабелем STANDART, как правило, заметна даже на недорогих компонентах.



5. Высокоскоростной кабель HDMI с Ethernet

Этот тип кабеля обладает теми же возможностями, что и высокоскоростной кабель HDMI предыдущего типа, но имеет дополнительный специализированный канал передачи данных Ethernet HDMI для объединения разных компонентов в сети со скоростью до 100 Мбит/с и связи этих компонентов с Интернет. Функциональные возможности кабеля Ethernet HDMI доступны, если оба связанных устройства поддерживают Ethernet HDMI. **Таких устройств в России пока нет.** Первые компоненты должны появиться только в конце 2010 г. Это универсальный кабель со всеми мыслимыми возможностями, которые может сегодня предоставить спецификация HDMI 1.4 . Имеет смысл приобретать с «прицелом» на будущее.

Несколько простых советов по выбору и использованию кабеля.

В первую очередь определимся с выбором одного из четырех типов HDMI кабеля. Принципиальный выбор происходит между **HIGH SPEED** (дороже и лучше) или **STANDART** (дешевле и несколько хуже). Дальнейшее проще – следует определиться, нужно ли подключение к **Интернету** или **локальной компьютерной сети** ваших компонентов. В таком случае компоненты **ОБЯЗАНЫ поддерживать HDMI 1.4 с Ethernet**, иначе обмен данными по HDMI будет невозможен. И вновь есть два варианта, различных по качественным возможностям, - **HIGH SPEED with ETHERNET** (лучше) или **STANDART with ETHERNET** (дешевле). На упаковке кабеля может быть предоставлена информация о гарантированной дальности передачи сигнала 1080p, и тут все просто: чем дальше - тем лучше.

Проводники кабеля должны быть **максимального сечения**, но эту информацию на упаковке обычно не указывают. Оценить качество кабеля можно и по некоторым косвенным признакам. **В общем случае – чем более толстый и более жесткий кабель, тем лучше передача звука и изображения.** Этому, на первый взгляд неоднозначному критерию, имеется довольно серьезное физическое обоснование (про это во второй части статьи).

Особо хочу остановиться на выборе кабеля для закладки в стену или потолок: техника очень быстро эволюционирует и имеет смысл закладывать кабель только с максимальной пропускной способностью - **HIGH SPEED** или **HIGH SPEED with ETHERNET**. **Очень важно! Никогда не коммутируйте компоненты по HDMI при включенном оборудовании, это может вывести его из строя!** Не допускайте резких перегибов кабеля, т.к. это приводит к изменению волнового сопротивления и может в ряде случаев нарушить передачу сигнала.

ДЛЯ ТЕХ, КТО ХОЧЕТ УЗНАТЬ НЕКОЛЬКО БОЛЬШЕ. ЦЕНА ВОПРОСА. (Вторая часть трилогии «HDMI 1.4»)

В этой части пойдет рассказ о характеристиках и различии конструкций HDMI кабеля.

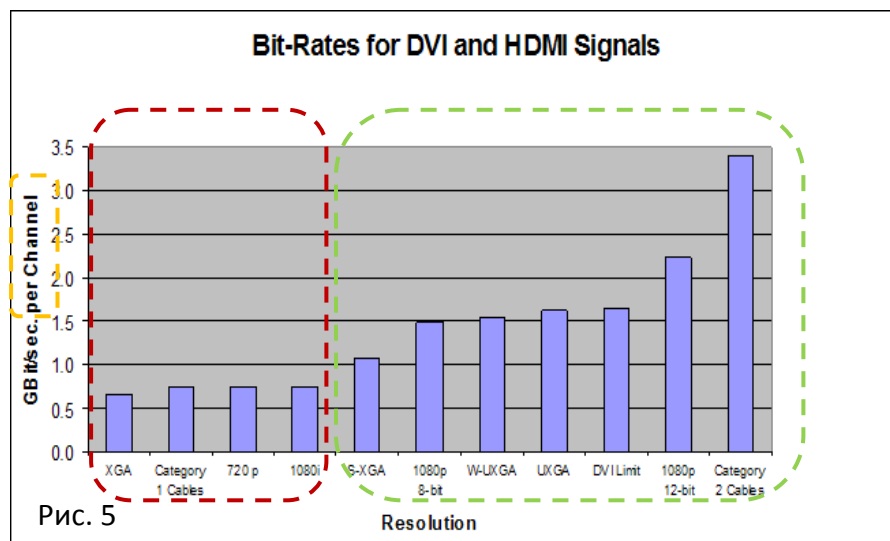
Стандарт HDMI 1.4 четко разделяет кабели на две группы в зависимости от их характеристик. Такое деление было и ранее (в спецификации HDMI 1.3 - «Category 1» и «Category2»), но далеко не все производители это указывали. Теперь это будет называться «STANDART» и «HIGH SPEED».

В чем же разница по характеристикам между «STANDART HDMI 1.4» и «HIGH SPEED HDMI 1.4»? Обратимся к спецификации HDMI 1.4. Изучив таблицу 1 (таб. 1) мы видим, что стандартный кабель HDMI 1.4 значительно уступает высокоскоростному кабелю HDMI 1.4 по частотным характеристикам и, соответственно, скорости передачи информации.

Cable Assembly	Maximum Clock frequency	Cable Adapters	Electrical Performance	Marketing name*
Category 1	74.25MHz	Type A – Type A/C/D Type C – Type C	See 4.2.6	Standard
Category 2	340MHz	Type A – Type A/C/D Type C – Type C	See 4.2.6	High Speed
Category 1 with HEAC	74.25MHz	Type A – Type A/C/D Type C – Type C	See 4.2.6 and Supplement 2	Standard with Ethernet
Category 2 with HEAC	340MHz	Type A – Type A/C/D Type C – Type C	See 4.2.6 and Supplement 2	High Speed with Ethernet
Category 1 Automotive	74.25MHz	Type E – Type E	See 4.2.6	(only for Automotive manufacturers)
		Type E – Type A Relay receptacle	See 4.2.6	
		Type A – Type A	See 4.2.6	Standard Automotive

На диаграмме ниже (рис. 5) эта разница выражена графически . Обращаю внимание на то, что в подавляющем большинстве случаев указывают общую пропускную способность, а она будет в ТРИ раза выше, чем у каждого из каналов . Маркетинг!...

Табл. 2



HDMI version	1.0–1.2a	1.3	1.4
Maximum clock rate (MHz)	165	340	340 ^[51]
Maximum <u>TMDs</u> throughput per channel (Gbit/s)	1.65	3.40	3.40
Maximum total <u>TMDs</u> throughput (Gbit/s)	4.95	10.2	10.2
Maximum video throughput (Gbit/s)	3.96	8.16	8.16
Maximum audio throughput (Mbit/s)	36.86	36.86	36.86
Maximum color depth (bit/px)	24	48 ^[A]	48
Maximum resolution over single link at <u>24-bit/px</u> ^[B]	1920×1200p60	2560×1600p75	4096×2160p24
Maximum resolution over single link at <u>30-bit/px</u> ^[C]	N/A	2560×1600p60	4096×2160p24
Maximum resolution over single link at <u>36-bit/px</u> ^[D]	N/A	1920×1200p75	4096×2160p24
Maximum resolution over single link at <u>48-bit/px</u> ^[E]	N/A	1920×1200p60	1920×1200p60

В таблице 2 приведен сравнительный анализ максимальных физических возможностей формата и кабеля HDMI 1.3 и HDMI 1.4 - выделено синим пунктиром. Как видим, они не отличаются. Все, что выделено коричневым пунктиром относится к возможностям ФОРМАТОВ. Отсюда вывод: **разницы между высококачественным кабелем (без Ethernet) HDMI 1.3 и высокоскоростным (без Ethernet) HDMI 1.4 нет никакой.**

Более подробно на конструктивных отличиях и их влиянии остановимся позже.

HDMI 1.4 кабель с Ethernet и без него: в чем разница?

High-Definition Multimedia Interface Specification

Табл. 3

High-Definition Multimedia Interface Specification

Version 1.4

HEAC 2.1.3.1 Type A Plug to Type A Plug for HEAC

HEAC Table 2-5 Type A-to-Type A Cable Wire Assignment

Type A pin	Signal Name	Wire (HEAC)	Type A pin
1	TMDS Data2+	A	1
2	TMDS Data2 Shield	B	2
3	TMDS Data2-	A	3
4	TMDS Data1+	A	4
5	TMDS Data1 Shield	B	5
6	TMDS Data1-	A	6
7	TMDS Data0+	A	7
8	TMDS Data0 Shield	B	8
9	TMDS Data0-	A	9
10	TMDS Clock+	A	10
11	TMDS Clock Shield	B	11
12	TMDS Clock-	A	12
13	CEC	C	13
14	Utility / HEAC+	E	14
15	SCL	C	15
16	SDA	C	16
17	DDC/CEC Ground / HEAC Shield	F	17
18	+5V Power	5V	18
19	Hot Plug Detect / HEAC-	E	19

HEAC 2.1.3 Cable Adapter Specification for HEAC

HEAC Table 2-4 Wire Categories

Category	Description
A	TMDS Signal Wire
B	TMDS Shield
C	Control
D	Control Ground
E	HEAC Signal Wire
F	HEAC Shield
N.C.	No connect (no wire)
5V	5 Volts Power Wire

High-Definition Multimedia Interface Specification

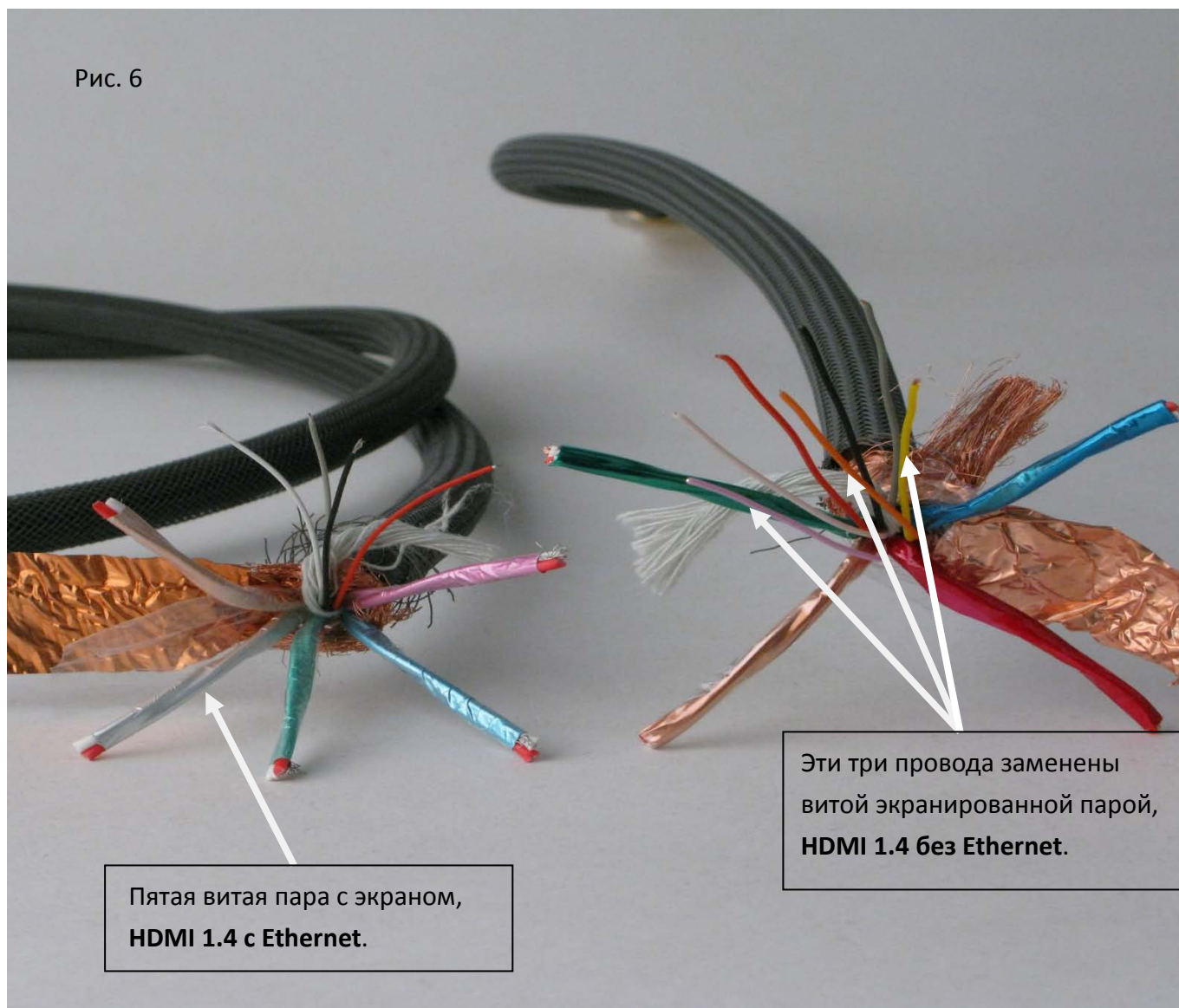
Version 1.4

HEAC	HDMI Ethernet and Audio Return Channel
HEC	HDMI Ethernet Channel
MRT	Maximum Response Time
PA	Physical Address
PHEC	Potential HDMI Ethernet Channel
VHEC	Verified HDMI Ethernet Channel

Если мы посмотрим, чем отличаются по конструкции стандартный (или высокоскоростной) кабель HDMI 1.4 без Ethernet и стандартный (или высокоскоростной) кабель с Ethernet, то обнаружим наличие у последнего **5-ой экранированной витой пары**, распаянной на 14, 17 и 19 контакты разъема (таб.3). По этой же паре передается сигнал ARC (канал возврата аудио).

На этой фотографии (рис. 6) очень хорошо видно, различие в конструкции кабеля HDMI 1.4 с Ethernet и HDMI 1.4 без Ethernet

Рис. 6



Стандартный HDMI кабель и высокоскоростной HDMI кабель.

Табл. 4

High-Definition Multimedia Interface Specification

Version 1.4

4.1.10.1 Type A Plug to Type A Plug

Table 4-14 Type A-to-Type A Cable Wire Assignment

Type A pin	Signal Name	Wire	Type A pin
1	TMDS Data2+	A	1
2	TMDS Data2 Shield	B	2
3	TMDS Data2–	A	3
4	TMDS Data1+	A	4
5	TMDS Data1 Shield	B	5
6	TMDS Data1–	A	6
7	TMDS Data0+	A	7
8	TMDS Data0 Shield	B	8
9	TMDS Data0–	A	9
10	TMDS Clock+	A	10
11	TMDS Clock Shield	B	11
12	TMDS Clock–	A	12
13	CEC	C	13
14	Utility	C	14
15	SCL	C	15
16	SDA	C	16
17	DDC/CEC Ground	D	17
18	+5V Power	5V	18
19	Hot Plug Detect	C	19

4.1.10 Cable Adapter Specification

Table 4-13 Wire Categories

Category	Description
A	TMDS Signal Wire
B	TMDS Shield
C	Control
D	Control Ground
N.C.	No connect (no wire)
5V	5 Volts Power Wire

Весьма интересен вопрос о различии конструкции стандартного HDMI 1.4 кабеля и высокоскоростного кабеля HDMI 1.4, с учетом того, что распайка разъемов и количество физических проводников у них одинаково (таблица 4). Пока же посмотрим, что предлагают некоторые из производителей, и какие варианты конструкций HDMI кабеля используются.

Варианты внешнего вида HDMI кабеля. Пока еще не маркированного и без красочной упаковки.



Рис. 7

В предложении производителя один из вариантов спецификации для изготовления HDMI кабеля выглядит так:

Version: HDMI 1.3b/1.4 (optional)

AWG: 30/28/26/24 (optional)

Plated: Gold /Nickel (optional)

Length: 1m to 20m (3FT to 60FT)

Braid: Black/White/Blue/Gray... (optional)

Conductor: BC-Bare Copper, TC-Tin Copper, SC-Silver Copper

Как видим, производитель предлагает различные варианты кабеля, разъемов и т. д., в общем, «любой каприз за Ваши деньги». Вот тут и появляется очень важный фактор – **стоимость**, с которым, связаны характеристики и, в конечном счёте, результирующее качество кабеля. К сожалению, в ряде случаев фирмы – маркировщики кабельных изделий (заказывающие свой товар у производителей) закладывают в конечную стоимость наценку «от вольного». Как результат, и изделия высокого уровня, и весьма посредственные, могут быть близкими по **цене**, а в ряде случаев цена вообще может не соответствовать качеству. Во многом из-за подобных «парадоксов» распространено заблуждение, что все кабели одинаковые и не надо переплачивать неизвестно за что. Стоимость производства HDMI кабеля может очень сильно отличаться из-за особенностей технологии у различных производителей, в частности, за счёт ручной пайки и ее качества (не забываем о 38 контактах). Экономить, учитывая массовость производства, стараются буквально на всем, прежде всего на меди, заменяя ее более дешевым алюминием и понижая сечение медных токопроводящих жил. Некоторые экономят и на

индивидуальных заземляющих проводниках витых пар, что заметно снижает помехозащищенность такого изделия. Сигнал 1080p по такому кабелю, в зависимости от источника, приемника и внешних условий может не «пройти» и на пять метров, при заявленных пятнадцати. В ряде случаев работоспособность на больших длинах, к сожалению, можно проверить только опытным путем.

Основное отличие стандартного HDMI 1.4 кабеля, в сравнении с высокоскоростным, заключается в сечениях витых пар, точности изготовления конструкции кабеля, качестве меди, в служебных проводниках, диэлектриках, экранах и т.д. С увеличением сечения проводников до определенного предела передача сигнала улучшается. Но на этом пути существуют ограничения, связанные с физическим габаритами кабеля, его гибкостью и сложностью пайки. Сечение проводников, используемых в HDMI кабеле, обычно не превышает 24 AWG (0.205 мм^2), очень редко 23.5 AWG (0.22 мм^2), единичные случаи 22 AWG (0.32 мм^2). Из известных мне производителей, представленных в России, проводники наибольшего сечения у кабеля TCHERNOVAUDIO HDMI Pro IC - 23 AWG (0.258 мм^2).

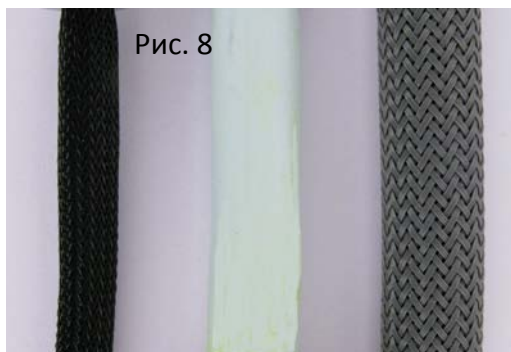
Очень большое значение для скорости передачи данных имеет точность изготовления витых пар. Однородность и толщина диэлектрика, соблюдение диаметров проводников – очень важные условия для обеспечения нормированного значения волнового сопротивления и минимизации отражений сигнала на концах линий. **Равномерность шага скрутки витых пар очень сильно влияет на помехозащищенность кабеля. От качества экранирования витых пар зависит уровень перекрестных помех каналов передачи различных по характеру и структуре сигналов, что, в конечном итоге определяет качество передачи видеосигналов. Внешний двойной экран позволяет дополнительно защитить витые пары и служебные проводники от внешних наводок.**

Экранирование кабелей само по себе представляет сложную теоретическую и практическую задачу. В общих чертах, для частотных диапазонов передаваемых сигналов, с которыми работает стандарт HDMI, справедливы следующие моменты:

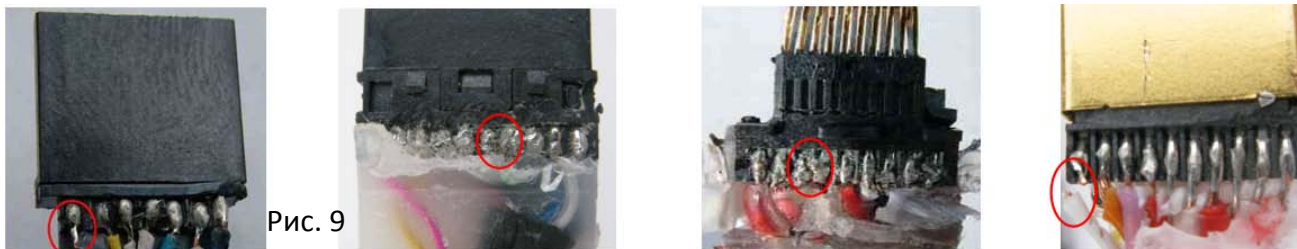
- Чем толще проволока и материал фольги, тем лучше, поскольку это обеспечивает увеличение проводимости.
- Продольная установка фольги лучше, чем спиральная, но она достаточно жесткая и трудно изгибается.
- Внешний экран в виде оплетки и фольги, или двойной оплетки, значительно лучше, чем одиночный экран, даже в том случае, если два экранирующих слоя не изолированы один от другого.
- Лучшая конфигурация для кабелей с экраном в виде оплетки и фольги, когда оплетка находится против проводящей стороны спиральной фольги.
- Отдельные витые пары в общем экранированном кабеле должны быть помещены в индивидуальные экраны для предотвращения емкостной перекрестной помехи между сигнальными проводниками, а сами экраны должны быть изолированы друг от друга.

- Желательно, чтобы удельное сопротивление материала проводников было минимальным

Из вышесказанного следует, что качественный HDMI кабель практически невозможно сделать тонким и гибким. На фото ниже можно увидеть сравнительную толщину трех HDMI (рис. 8). Два высокоскоростных и один стандартный. Определить, какой из них стандартный, думаю, не составит особого труда ...



Пайка также вносит свою лепту в работу кабеля. Экспериментировать с качеством пайки и ее влиянием на передачу HDMI сигнала не довелось, но с бракованным кабелем от разных производителей пришлось столкнуться и удивиться тому, что кабель в принципе работоспособен. На фотографиях ниже (рис. 9) можно увидеть различные варианты пайки бракованного кабеля от разных производителей (часть фотографий – автора). По отзывам народа, имеющего отношение к торговле, некоторая часть HDMI кабеля через 1-2 года выходила из строя. Одна из наиболее вероятных причин – плохая пайка.



Таким образом, **качественный HIGH SPEED HDMI кабель представляет собой достаточно сложную конструкцию, требующую высокой технологической культуры при его изготовлении.** Поэтому к выбору кабеля, особенно для стационарной, а тем более скрытой, проводки не следует подходить по принципу «чем дешевле, тем лучше». Смотрите на сечение проводников витых пар, многие производители его указывают и лучше, если это будет не менее 0.205 мм^2 . **Желательно, чтобы все экраны были медными.**

Как пример удачной, хорошо продуманной и правильно реализованной конструкции кабеля можно привести TCHERNOVAUDIO HDMI Pro IC (рис. 10). На фотографиях (рис. 10 и рис. 11) можно увидеть две разные конструкции высокоскоростного кабеля HDMI. Цена этих изделий очень близкая, но сложность конструкции и качество используемых материалов – разные. На рис. 12 показана типичная начинка кабеля HDMI Standard.

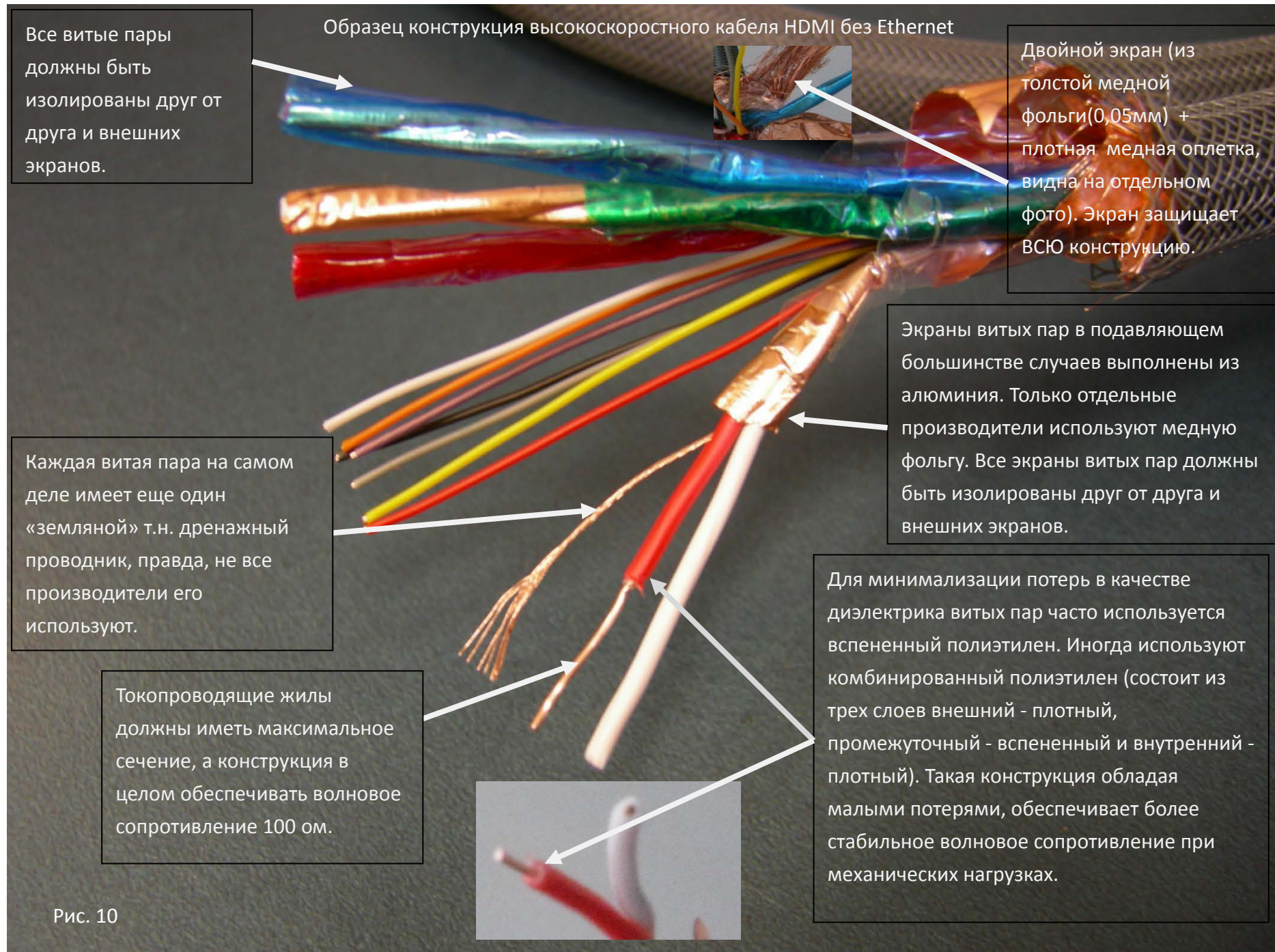


Рис. 10

Конструкция кабеля высокоскоростного HDMI одного очень известного производителя. Внешняя оболочка перекрашена мной.

Все 4 витые пары заключены в один **общий** экран. Экраны витых пар объединены в «кучу». Часть пинов на разъеме не задействована.

Помехозащищенность такой конструкции не высокая.

Общая внешняя оплетка кабеля отсутствует, вместо нее дренажный проводник и экран из фольги.

Внешний экран из достаточно тонкой алюминиевой фольги (0,03мм).

Витая пара без «земляного» т.н. дренажного проводника. Экран из алюминиевой фольги, причем изолирующий слой **внутри** конструкции.

Токопроводящие жилы из меди сечением 24 AWG (0.205 мм^2). Это обеспечивает передачу сигнала на достаточное расстояние. Но не спасает от помех.

Рис. 11

Конструкция стандартного HDMI кабеля без Ethernet

Дренажный проводник
имеется, фольга очень
тонкая (0,02 мм).

Токопроводящие жилы из меди
сечением 30 AWG (0.0509 мм^2).
Сечение в **ПЯТЬ раз** ниже чем у
качественных высокоскоростных.

Внешний экран из очень тонкой
алюминиевой фольги (0,02 мм).
Назвать это фольгой можно с
большой натяжкой. Фольга на
шоколадке значительно толще.

Общая внешняя оплетка
состоит из редких
волосков. Плотность
оплетки не более 40%.

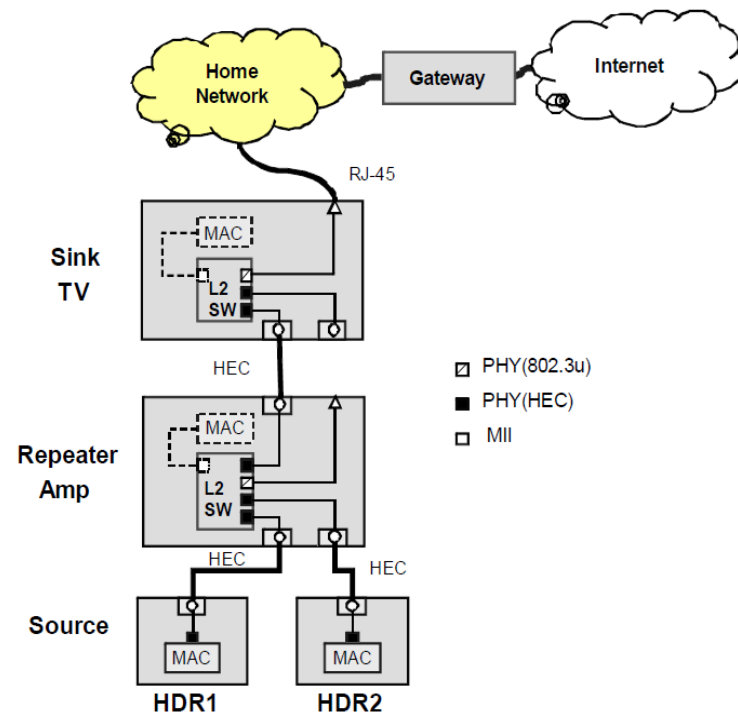
Плюс у такого кабеля, если
отвлечься от его низкой цены,
один он очень гибкий.

Рис. 12

Примеры построения сети, коммутация при помощи кабеля HDMI с Ethernet.

HEAC 5.6 Connection to Internet via Home Network

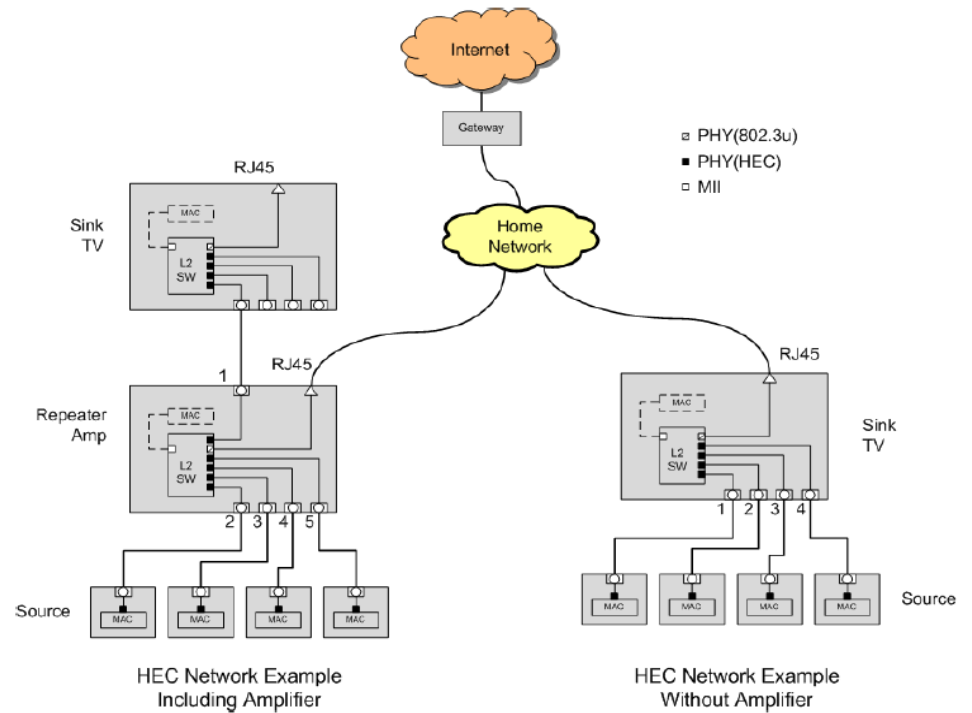
HEAC Figure 5-4 shows an example of a HEC network which is connected to the Internet via the Home Network. The connection to the Home Network may be implemented on any HEC device. Refer to HEAC Appendix D for recommendations related to connection to the Home Network and the Internet.



HEAC Figure 5-4 Example of a Connection to the Internet

Рис. 13

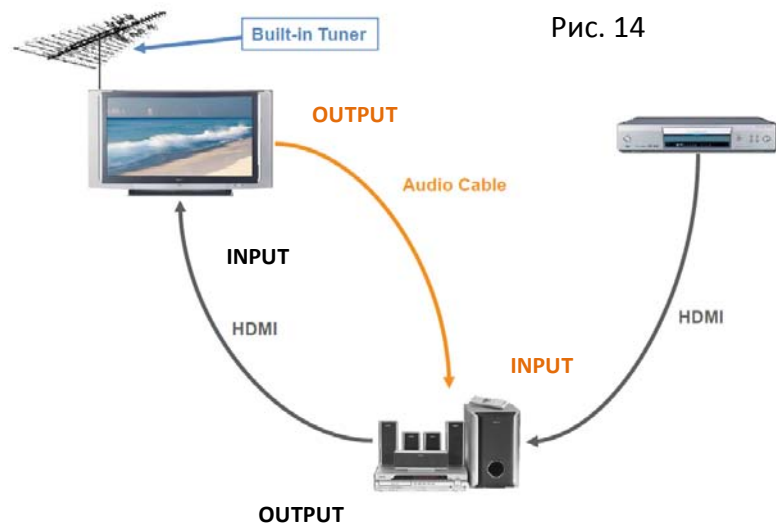
To provide for uplink connection and Layer 2 switching to the Home Network and Internet, it is recommended that HEC devices with two or more HEC ports support a minimum of one external network port. In the examples in HEAC Figure 6-3, the amplifier is shown with 5 HEC ports and the TV with 4 HEC ports, with each of these devices including an RJ45 external network port.



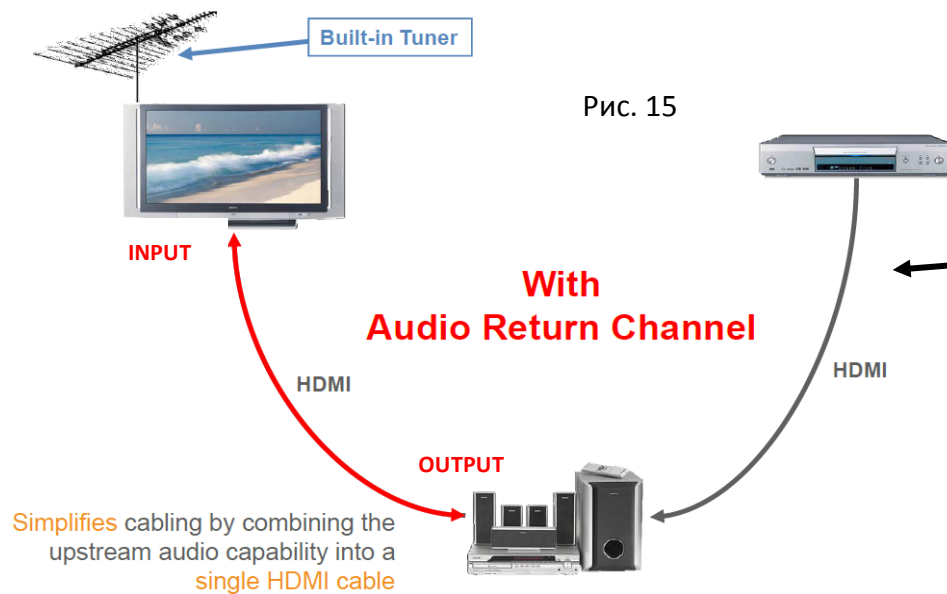
HEAC Figure 6-3 Examples of Connection to the Home Network and Internet

Все соединения между A/V компонентами домашней сети в недалеком будущем можно будет производить с помощью кабеля HDMI с Ethernet (рис. 13).

Возможности канала возврата аудио (ARC)



Соединение компонентов без использования возможностей канала возврата аудио (рис. 14).



Соединение компонентов с использованием возможностей канала возврата аудио (рис. 15). Позволяет соединить ваш телевизор с системой домашнего театра, используя **ВХОДНОЙ** HDMI разъем телевизора, для передачи звука на ресивер. Напомню, что оба устройства должны поддерживать ARC. Желательно использовать HDMI 1.4 с Ethernet. Правда, работает и «обычный» **HIGH SPEED** [http://www.tchernovaudio.com/?s=conte..
.gs&view=44](http://www.tchernovaudio.com/?s=conte..gs&view=44)

Канал возврата аудио поддерживает стандарты Dolby Digital, DTS и PCM и является аналогом стандартного S / PDIF соединения. При его применении Вам **не требуется дополнительный кабель** для передачи звука с телевизора на ресивер домашнего кинотеатра. О работе и особенностях ARC Вы можете узнать по ссылке: <http://www.hi-fi.ru/forum/forum87/topic67176/>

СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ТЕХ, КТО СЧИТАЕТ, ЧТО КАБЕЛЬ НЕ МОЖЕТ ВЛИЯТЬ НА КАЧЕСТВО СИГНАЛА. ЛЕГЕНДА О ЦИФРЕ.

(Заключительная часть трилогии « HDMI 1.4»)

Горячие споры на эту тему постоянно возникают на разных форумах. Многие считают, что сигнал по HDMI кабелю может или **передаваться** или **не передаваться**, т.к. состоит из 0 и 1. На самом деле это не совсем так. Остановимся на некоторых проблемах передачи сигнала в HDMI (DVI) форматах.

В первую очередь, не следует забывать, что **ЛЮБЫЕ** электрические сигналы, в том числе и «цифровые, в реальном мире являются аналоговыми, то есть изменяющимися непрерывно и за определенное, хотя иногда и весьма малое время. **Основное отличие того, что условно называют «цифровыми» сигналами, от условных «аналоговых» заключается в гораздо более широком спектре частот, занимаемых первыми.** Иными словами, по HDMI кабелю (как и по любому другому) сигнал передается в **аналоговом виде**, то есть в виде электрических токов от очень низких (в т.ч. постоянного тока) до очень высоких (многих десятков ГГц) частот. Не вдаваясь в подробности, с электрической точки зрения, при передаче цифровых сигналов приходится сталкиваться с теми же проблемами, что и при передаче аналоговых сигналов: ослабление по амплитуде, завал фронтов (уменьшение уровня высокочастотных компонентов), зашумление.

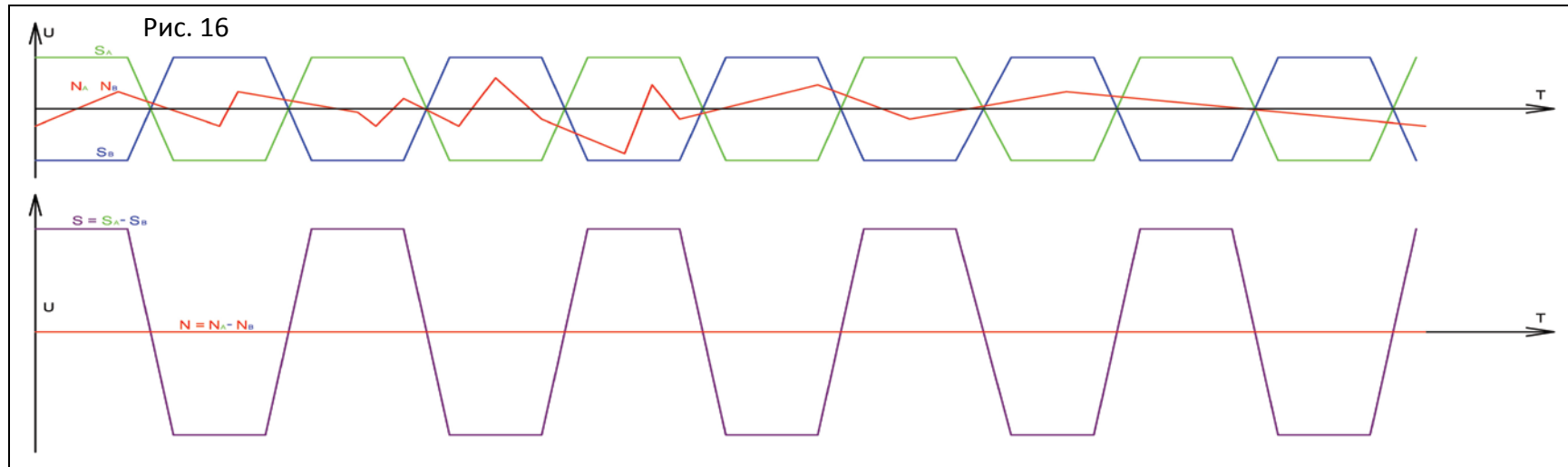
При затухании полезного сигнала, искажении и обогащении его помехами, часть информации теряется. А поскольку средства контроля правильности передачи данных (напр., контрольная сумма), в отличие от передачи данных в компьютере, не используются, то при достижении определенного уровня ошибок, можно получить искажения и помехи, хорошо заметные на передаваемом изображении («размытие» контура изображения, «шевеление» пикселей, точки, полосы). Именно в этом и проявляется влияние кабеля.

Приведу некоторые материалы на эту тему. Они частично относятся к исследованию проблемы подключения по DVI, но все нижеизложенное можно смело относить и к HDMI, и к любому другому формату передачи широкополосных сигналов. Существует множество электромагнитных процессов, влияющих на свойства передаваемого сигнала в кабеле. Впервые с влиянием кабельной линии на передаваемые электрические сигналы столкнулись при прокладке первого **телеграфного** кабеля по дну пролива

Ла-Манш. Пятидесятикилометровый участок кабеля сначала оказался неспособен передать даже медленные сигналы ручного телеграфа – настолько велики были затухание и дисперсия сигнала в нем. На сегодняшний день проблемы полуторавековой давности, разумеется, решены, но, тем не менее, аналогичные физические процессы проявляют себя на другом уровне.

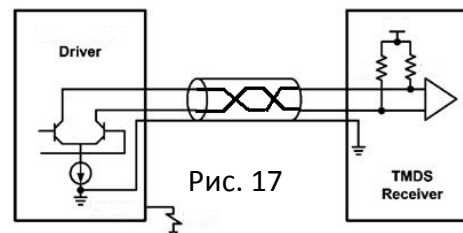
Если мы передаем «цифровой» сигнал, то всегда должны определить условия его «дискретности». При передаче сигнала считается, что если его напряжение на входе приемника в данный момент времени выше одного определенного уровня, приемник считает что это уровень «логической 1», если ниже другого определенного – то «логического 0». На выходе источника сигнал представляет собой последовательность прямоугольных импульсов, а при распространении по кабелю такой сигнал искажается. Происходит его затухание, т.е. уменьшение амплитуды (за счет потерь в проводниках, потерь на излучение и поляризационные процессы в диэлектриках), завал фронтов (из-за конечной полосы пропускания, связанной с частотнозависимыми потерями), искажение формы импульсов в результате дисперсии, взаимного влияния сигналов разных витых пар и внешних наводок. Кроме того, в кабеле возможны резонансные явления и отражения сигнала от неоднородностей, что тоже приводит к искажению формы импульсов... Если мы подключим осциллограф к разъему источника, то увидим более-менее четкие прямоугольные импульсы. Далее, по ходу распространения в кабеле, они будут постепенно размываться, форма их будет искажаться. При слишком длинном или некачественном кабеле на входе приемника сигнал будет очень сильно отличаться от того, который можно наблюдать на входе кабеля. Искажения могут быть настолько велики, что приемник окажется не в состоянии воспринять такой сигнал по критерию его «дискретности».

Помехи также могут оказать большое влияние на стабильность передачи цифрового сигнала. Кардинальным решением проблемы защиты от помех является так называемая «дифференциальная» (или «балансная») передача. Для каждой линии используется два провода, по одному из которых передается прямой сигнал, а по второму – его инвертированная копия. Таким образом, в любой момент времени сумма таких сигналов в идеале равна нулю, а разность – удвоенной величине сигнала на входе каждой линии. На приемном конце линии ставится специальное устройство – дифференциальный приемник, который как раз и вычитает один сигнал из другого. Представьте теперь, что два проводника, передающие такие сигналы расположены очень близко друг к другу. Внешнее поле, наводящее помехи, создаст в этих проводниках практически одинаковые сигналы помех – т. н. синфазную помеху. Приемник вычитет их один из другого, в результате на его выходе сигнал помехи будет близок к нулю, а полезный сигнал будет удвоен. Работу дифференциальной линии и приемника хорошо поясняет следующий рисунок (рис. 16):



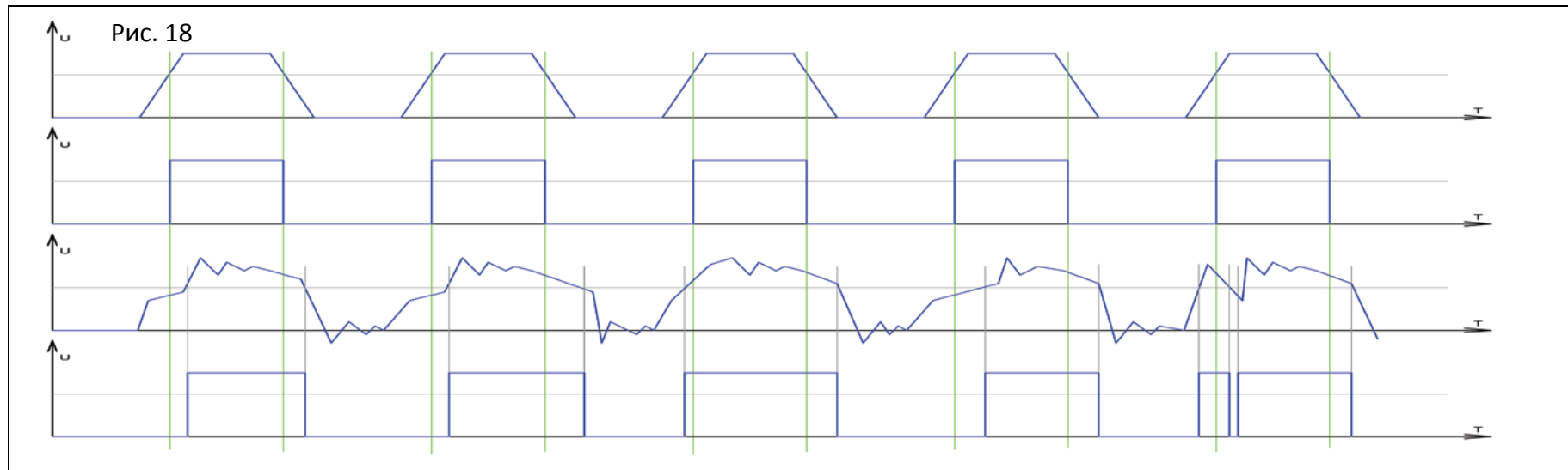
На верхней части рисунка показаны сигналы действующие в линии. Зеленым цветом отображен – полезный сигнал в прямом проводнике. Синим – в противофазном проводнике, а красным – сигнал помехи, одинаковый для обоих проводников. На нижней части рисунка показан сигнал на входе разностного приемника – видно, что полезный сигнал будет удвоен, а сигнал синфазной помехи будет практически нулевым.

Для того, чтобы проводники располагались рядом, а внешние помехи создавали в них как можно более близкие сигналы применяют скрутку проводников в пары, которые обычно и применяют для передачи широкополосных сигналов. Если такую пару заключить во внешний экран, то наводок на линию будут уменьшены еще в большей степени. В результате получится кабель с достаточно высокой помехозащищенностью. Именно так выполнены DVI и HDMI кабели, предназначенные для передачи очень широкой полосы частот сигналов. На рисунке ниже (рис. 17) можно видеть упрощенную схему линии передачи для единичной **экранированной** витой пары.



Чем выше максимальная частота полезных сигналов в кабеле и чем выше частоты возможных внешних помех, тем меньшим должен быть шаг скрутки пары и меньше расстояние между проводниками для обеспечения заданного уровня воздействия внешних помех на линию. Но, с другой стороны, эти же параметры определяют волновое сопротивление линии, дисперсию и потери в ней. Поэтому существуют определенные оптимальные значения толщины изоляции проводников и шага скрутки, которые при хорошей помехозащищенности обеспечивают и требуемые электрические параметры линии.

Однако в мире нет ничего идеального и даже самые лучшие кабели всё-таки не идеально защищены от помех (по целому ряду причин, в т.ч. точности изготовления) и имеют вполне определенное затухание. Поэтому помехи, к сожалению, проникают даже в экранированные кабели, а собственные электрические параметры кабелей также влияют на сигнал. К чему это может привести? Посмотрим на следующий рисунок (рис. 18):



Верхняя осциллограмма показывает сигнал на выходе передатчика данных. Вторая - сигнал на выходе приемника при прямом соединении его входа с выходом передатчика. Видно, что восстановленный сигнал имеет точную привязку к временной шкале. Третья осциллограмма соответствует тому, что можно наблюдать на выходе длинного кабеля в условиях больших внешних помех и наличия рассогласования волнового сопротивления кабеля и нагрузки. Что при этом будет на выходе приемника сигнала, показывает последняя осциллограмма. Восстановленный сигнал, кроме того, что получил временную задержку, еще и изменяет свои

длительность и расположение фронтов и спадов во времени, то есть случайно, в зависимости от мгновенных помех, меняет мгновенное значений фазы. А это – **джиттер**, гроза всех цифровых систем передачи данных. Его появление приводит к тому, что нарушается строгая временная сетка, определяющая в цифровых устройствах все процессы обработки и преобразования сигналов. Результат этого – видимые и слышимые искажения изображения и звука. Конечно, в реальных условиях помехи и искажения передачи будут не столь высоки, как на приведенном выше примере, но они имеются в **ЛЮБОМ** случае, только их уровень и свойства напрямую зависят от свойств и качества кабеля, связывающего источник и приемник цифровых сигналов. Любые аппаратные и программные средства подавления джиттера имеют ограничения в применении, а качество их работы напрямую связано с его исходным уровнем – чем больше величина джиттера, тем ниже эффективность его подавления. В простых случаях большой уровень джиттера приводит просто к некоторому снижению качества изображения и звука, в «клинических» - может вызывать серьезные нарушения в работе цифровых систем.

В дифференциальных линиях передачи джиттер может возникать не только под действием внешних факторов.

Любая асимметрия в кабеле, в т.ч. и разность задержек сигнала внутри пары, приводит к появлению синфазной составляющей сигнала. При этом амплитуда дифференциальной составляющей уменьшается. Неприятность заключается еще и в том, что дифференциальные и синфазные сигналы имеют различную скорость распространения и различные коэффициенты потерь, поэтому в зависимости от формы и спектра передаваемых сигналов результирующая ошибка приводит к возникновению дополнительной составляющей фазового дрожания (джиттера), коррелированного с сигналами. Заметим, что сами по себе синфазные составляющие не вносят джиттер в сигнал. **Проблемы начинаются при преобразовании.** Неидеальное разностное преобразование составляющих существенно портит сигнал, а неидентичность витых пар в кабеле еще больше усугубляет ситуацию.

В системах передачи изображения по интерфейсам DVI и HDMI, восстановление тактирующих частот в устройстве отображения (монитор, панель) производится с помощью систем ФАПЧ, нарушение в работе которых могут быть вызваны не только большим уровнем помех, наводимых на соединительные кабели, но и **разницей в задержках передачи тактовых частот и информационных сигналов**. То есть такие системы чувствительны и к помехозащищенности кабеля, и к величине его задержки и дисперсии.

По опыту Silicon Image, нормально работают кабели DVI с длиной 2 метра, однако качество может заметно ухудшаться при увеличении длины до 5 м (и уж тем более до 10 м). («Цифровое подключение ЖК-мониторов: тесты качества DVI у ATi и nVidia» Д. Чеканов, Ларс Вейнанд).

Многие проблемы передачи цифровых сигналов были исследованы и описаны довольно давно и всем желающим изучить этот вопрос более подробно, рекомендую статью: «Цифровое подключение ЖК-мониторов: тесты качества DVI у ATi и nVidia».

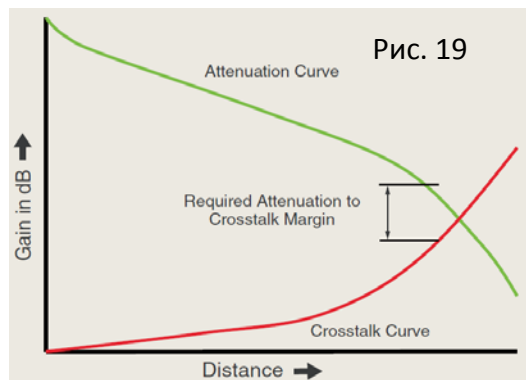
http://www.thg.ru/graphic/20041203/tft_connection-01.html

Увеличение уровня джиттера, вызванное рассмотренными выше явлениями, приводит к появлению визуально заметных дефектов изображения. Джиттер, вызванный несовпадением начальной фазы частоты дискретизации в соседних строках, приводит к тому, что на перепадах видеосигнала возникает дополнительный шум. Наибольшие ошибки наблюдаются для сигналов большей частоты и амплитуды.

Как все это визуально проявляется на экране?

При передаче сигналов изображения больший уровень шума наблюдается на перепадах сигнала (многократно превышающий шум, присутствующий на ровном фоне). Это особенно выражено при воспроизведении контрастных переходов кадра (края объектов, решетки, и т.д.), а также изображений, содержащих большое количество мелких деталей (задние планы, листья, рябь бликов от солнца и т.п.). **Возникает субъективное ощущение уменьшения глубины изображения и уменьшения контрастности.** Черный цвет становится менее черным. Если Вы внимательно посмотрите на темные места кадра, то сможете заметить шумы в виде мелких точек. Эта и есть причина снижения контрастности изображения.

Изображение может выглядеть менее стабильным, это проявляется в «шевелении пикселей», особенно заметно на листьях или сложных задних планах с большим количеством элементов, особенно при движении камеры (возникают своеобразные «ореолы»). Кроме того еще страдает и цветопередача, что особенно хорошо заметно на проекционных системах и плазменных панелях с большой диагональю. Искажения цвета наблюдаются, прежде всего, на сложных сюжетах. Цвета зрительно выглядят более блеклыми и менее чистыми. В ряде случаев заметно снижение яркости и резкости изображения. Резкость снижается в результате размытости границ контуров объектов, правда некоторые воспринимают, такую картинку как более «пленочную» и «аналоговую». На последних стадиях деградации сигнала появляются т.н. «мухи» и полосы. После чего происходит потеря синхронизации и изображение исчезает.



Но до этого «счастливого» момента идет постепенная деградация сигнала, связанная с вышеописанными процессами (рис. 19).

Таким образом, канал передачи данных, в нашем случае – это **HDMI кабель, оказывает существенное влияние на качество передачи сигналов изображения даже на небольших длинах**, и не учитывать его влияние нельзя.

В заключении хочу сказать, что последние три года имел самое непосредственное отношение к тестированию HDMI кабеля и пришел к следующим выводам:

1. Разница в качестве кабеля визуально заметна даже на телевизорах с диагональю 26 дюймов.

2. Сложно заранее сказать на какой длине произойдет полная или частичная деградация сигнала.

Это сильно зависит от самого кабеля и комбинации источник/приемник сигнала. Один и тот же кабель может отлично работать на одной комбинации источник/приёмник, выдать проблемы в виде худшей картинки на другой и совсем не работать на третьей.

При тестировании 20 м прототипа HDMI от TchernovAudio, кроме лабораторных исследований, было проверено несколько десятков вариантов источник/приёмник для проверки работоспособности, в результате был выбран конструктив, обеспечивший 100% работоспособность (сегодня испытано уже примерно 150 вариантов комбинаций оборудования, для сигнала 1080p). Предвидя возможные вопросы о приборном контроле (который проводился за пределами России) и дополнительной необходимости «полевых» испытаний, сразу отвечу, что конечного пользователя не порадует, если лабораторный тест будет пройден, а на его системе, тем не менее, возникнет проблема.

Приношу сердечную благодарность за помощь в редактировании и ценные замечания Дмитрию Андронникову -

<http://www.lynxaudio.narod.ru/>

Сергей Даушкевич. Август- сентябрь 2010 г. Москва – Шишкин лес.