

К вершинам ультравысокой четкости

Скорость, с которой развиваются технологии телевидения ультравысокой четкости UHD TV (4K), не может не вызывать изумления. В самом деле, всего два года назад первые образцы 4K-телевизоров первого поколения были показаны на международных выставках IFA 2012 и CES 2013 [1,2]. Уверены, что даже самые отъявленные оптимисты тогда и подумать не могли, что к концу 2014 года серийные модели 4K в своих производственных программах будут иметь практически все крупные производители бытовой электроники. Китайцы же и вовсе бьют все рекорды, так как по данным экспертов $\frac{3}{4}$ телевизоров UHD TV производится в Китае, причем львиная их доля там же и продается. И что особенно удивляет – цена «ультравысококочетких» моделей стремительно приближается к стоимости «обычных» HDTV-телевизоров. При этом вопреки ожиданиям, инженерам с необыкновенной легкостью удалось решить едва ли не самую главную техническую проблему – создать серийный дисплей разрешения UHD TV. Сегодня, когда появились высокоэффективные алгоритмы сжатия HEVC и высокоскоростные линии проводной и беспроводной (4G и 5G) связи, темпы внедрения новых систем телевидения 4K при наличии соответствующего контента практически полностью будут определяться доступностью телевизоров [2,3].

Что касается источников видеосигнала 4K, то в уже недалеком будущем одним из них могут стать диски 4K Blu-Ray, стандарт на которые должен появиться уже в следующем году [1]. До момента прихода этого «светлого завтра» уже сейчас можно приобщиться к онлайн-трансляциям видеопрограмм или смотреть видео 4K на спутниковых каналах. Например, в Японии уже полным ходом реализуется проект 4K-вещания Next TV-T с коммерческим названием Channel 4K.

Можно также покупать коллекции фильмов и видеопрограмм UHD TV на жестких дисках. К примеру, один из ведущих производителей телевизоров – Samsung Electronics – предлагает покупателям своих моделей 4K стартовый пакет фильмов в качестве Ultra HD. За 300 евро покупатель получает внешний жесткий диск объемом 1 ТБ с 50 загруженными на него 4K-фильмами, включая «Покорение пи» и «Стартрек: Возмездие» [4].

А что с эфирным телевидением? Согласно «дорожным картам» развития стандартов цифрового телевидения третьего поколения все они – и DVB-3, и

Константин Быструшкин, Лариса Степаненко



ATSC-3 и Next Generation ISDB-T – предусматривают переход эфирного вещания от формата HDTV к UHD TV. При этом начало коммерческого вещания в этих стандартах намечено на 2018...2020 годы.

Однако производители телевизоров не могут ждать так долго и уже в следующем году планируют массовый переход к выпуску моделей разрешением 4K. С учетом решения проблемы с контентом 4K за счет спутниковых каналов и передачи файлов высокого разрешения по различным высокоскоростным каналам можно смело утверждать, что планка разрешения в 4K в телевидении уже принципиально покорена.

Естественно, встает вопрос: а что же дальше? Как долго будет продолжаться эта «гонка вооружений», и где находится технически обоснованная граница разрешения телевизионных сигналов, выше которой дальнейшее повышение параметров теряет смысл? Ведь рост разрешающей способности изображения тянет за собой целый ворох сложных технических, организационных и финансовых проблем. В частности, необходимость многократно увеличивать ширину канала передачи или скорость передаваемого цифрового потока, а также емкость устройств записи и хранения видеопрограмм. С учетом огромных размеров файлов видео высокого разрешения и высокой потребности

в телекоммуникационных ресурсах это совсем не шуточные проблемы.

К слову сказать, в профессиональной и любительской фототехнике «гонка мегапикселей» практически закончилась при достижении матрицей фотосенсора разрешения 20...24 Мп (Мегапикселей). Потому как

дальнейшее увеличение числа пикселей картинки приведет к увеличению шумов на изображении и потребует применения гораздо более качественных и дорогих высокократных объективов. Но достигаемые при этом все более высокой ценой улучшенные технические характеристики практически не будут востребованы, потому что разница в качестве изображения снимков новых фотокамер по сравнению со «старыми» моделями будет малозаметна и на экранах телевизоров, и на компьютерных мониторах, и на фотоотпечатках наиболее ходовых размеров 9x12 и 12x15 см. И тем более она не будет заметна на экранах планшетов и смартфонов, на которых сегодня просматривается основная часть электронных фото.

Невольно возникает вопрос: а не станет ли в силу озвученных причин формат 4K таким же естественным «потолком» для систем вещательного телевидения, или это только очередная ступень в бесконечной технологической гонке: от SD к HDTV, затем к UHD TV (4K) и далее к 8K?

У истоков проекта сверхвысокого разрешения

Прежде чем попытаться заглянуть в «завтра» высокой четкости, давайте вспомним, как начинался проект Super Hi-Vision.

МЕДИА БУДУЩЕГО
Программы и сервисы для современных медиакомпаний

8 (391) 241-08-09 info@mfuture.ru www.mfuture.ru

РЕКЛАМА

Работы по исследованию возможности построения телевизионной системы высокого разрешения с разложением раstra в 4000 строк проводятся в Японии компанией NHK с 2000 года. Первым научным руководителем проекта был ведущий специалист NHK г-н Осамэ Ямада (O. Yamada). Японские специалисты работают быстро, и уже в 2004 году на выставке Expo-2005 ими был показан первый действующий прототип системы. А на следующий год на престижных международных выставках NAB 2005, IBC 2005 и CEATEC 2005 демонстрировались уже вполне рабочие демоверсии системы Super Hi-Vision [5].

В 2008 году нам представилась уникальная возможность взять интервью у ведущего инженера научно-исследовательской лаборатории компании NHK г-на Наоки Каваи (Naoki Kawai). В то время Каваи был самым информированным в мире специалистом по созданию систем Ultra HDTV, так как возглавляемая им лаборатория (Science & Technical Research Laboratories NHK) разработала спецификацию на этот стандарт. Более того, под его непосредственным руководством была создана и испытана экспериментальная аппаратура, отвечающая стандарту ультравысокой четкости. Несмотря на то, что с момента интервью пошло уже 6 лет, оно во многом сохранило актуальность до наших дней. Поэтому приводим самые интересные, на наш взгляд, фрагменты интервью г-на Каваи [5]:

- Г-н Каваи, расскажите, пожалуйста, чем вызвана необходимость разработки системы следующего поколения Ultra HDTV?

- Вначале ответим на вопрос: а являются ли требования стандарта HDTV достаточными для будущего? По нашему мнению, нет, ведь в ближайшие годы требования к качеству телевизионного изображения резко возрастут. Чтобы определить эти требования, давайте посмотрим, по каким направлениям пойдет развитие приемных телевизионных устройств.

Первое направление – появление огромных экранов во всю стену размером в 100...200" по диагонали, которые станут основой систем домашнего кинотеатра сверхвысокого разрешения. В силу своих гигантских размеров такие видеостены будут дисплеями коллективного пользования для всех членов семьи.

Вторым генеральным направлением развития систем Ultra HDTV станет создание своего рода персональных дисплеев на основе тонких и гибких экранов

формата АЗ, которые могут иметь вид электронного журнала или электронной газеты (сегодня электронными книгами никого не удивишь, а вот электронная газета пока так и не появилась – прим. авторов). Чтобы они соответствовали современному полиграфическому уровню настоящих глянцевых журналов, разрешающая способность воспроизводимого на них изображения не должна быть менее 300...400 линий/дюйм.

А теперь давайте оценим, какими должны быть требования к качеству картинки в обоих этих случаях. Как известно, разрешающая способность человеческого зрения составляет порядка 1 угловой минуты. То есть мы не замечаем дискретности изображения, если расстояние между его пикселями будет меньше минуты. Это означает, что если на экране количество строк будет порядка 1080, такое изображение нужно наблюдать с расстояния не менее трех высот экрана. При этом угол, под которым зритель будет смотреть телевизор, составит всего 30°, но в этом случае периферийное зрение практически не задействовано, и о сколько-нибудь значительном эффекте присутствия говорить не приходится. Иное дело, когда изображение формируется большим числом строк – например, 4000. В этом случае дискретность картинки не будет заметна, даже если зрители будут находиться от экрана на расстоянии всего в 0,75 его высоты. Здесь уже условия просмотра для зрителя меняются принципиально, ведь при углах порядка 100° картинка Ultra HDTV будет занимать практически все поле зрения, включая его периферийные зоны. Примерно так, как это происходит в кинотеатрах IMAX. Как вы понимаете, вовлеченность в таком случае будет значительно больше, чем в системах HDTV, здесь у зрителей возникнет полное ощущение реальности происходящего.

Теперь обратим наш взор ко второму типу дисплеев Ultra HDTV – электронным газетам. Здесь дело обстоит несколько иначе, ведь в этом случае не требуется особо широкого угла зрения, зато изображение по качеству должно быть сравнимо с полиграфией глянцевых журналов. Понятно, что качество «фотографий» в электронных изданиях будет тем выше, чем больше пикселей.

Проведенные в нашей лаборатории расчеты показывают, что для решения обеих задач необходима и достаточна система Ultra HDTV с параметрами 8K×4K.

В этом случае изображение с 4320 пикселями по вертикали и 7680 пикселями по горизонтали будет состоять из 33 млн точек, что в 16 раз больше, чем у HDTV.

- Как скоро, по вашему мнению, начнется реальное внедрение Ultra HDTV?

- Начало телевизионного вещания в этом формате ожидается уже в 2015 году. Я бы выделил следующие этапы подготовки:

- ◆ 1995 год – начало эры Ultra HDTV, когда была разработана телекамера разрешением 2000 строк;
- ◆ 2000 год – появилась система с разрешением в 4000 строк;
- ◆ 2004 год – был предложен термин Super Hi-Vision;
- ◆ 2005 год – демонстрация системы Ultra HDTV на «Экспо 2005» в Нагое;
- ◆ 2006 год – демонстрации на NAB 2006, IBC 2006, CEATEC 2006;
- ◆ 2015...2016 годы – экспериментальное вещание Ultra HDTV;
- ◆ 2020 год – появление бытовой аппаратуры Ultra HDTV;
- ◆ 2021 год – начало телевещания Ultra HDTV.

А теперь вернемся в 2014 год. Как мы уже писали («Звук ультравысокой четкости»), в июне 2014 года в Китае (Янтai) проходил Саммит международной ассоциации FOBTV (Future of Broadcast Television Initiative) Yantai-2014. Одним из самых интересных докладов на Саммите о планах развития цифрового телевидения в Японии до 2030 года (!) сделал представитель компании NHK Кеничи Мураяма (Kenichi Murayama).

Согласно его докладу, на сегодняшний день реализуется следующая дорожная карта японской системы Next Generation ISDB-T (Super Hi-Vision 8K) [6]:

- ◆ 2014 год – начало спутникового вещания 4K;
 - ◆ 2016 год – экспериментальное вещание Super Hi-Vision 8K;
 - ◆ 2020 год – коммерческое вещание Super Hi-Vision 8K;
 - ◆ 2030 год – объемное пространственное телевидение (Spatial imaging television).
- Как видим, г-н Каваи в 2008 году как в воду глядел – совпадение ключевых точек развития проекта Super Hi-Vision 8K практически полное. Это наглядно свидетельствует о том, как точно японские инженеры воплощают в жизнь свои планы.*
- Ключевыми особенностями следующего поколения цифрового телевидения Next Generation ISDB-T (Super Hi-Vision 8K) являются [6]:*
- ◆ сверхвысокая четкость изображения 8K;

Прогресс систем цифрового телевидения и алгоритмов сжатия телевизионных сигналов

До 1993 г.	1993 г.	2003 г.	2013 г.	2023 г.	2033 г.
MPEG-1	MPEG-2	MPEG-4/H.264/HVC	H.265 HEVC	H.266	H.267
1 поколение цифрового ТВ	DVB-T ATSC ISDB-T				
2 поколение цифрового ТВ	DVB-T2 ATSC 2 ISDB-T2				
3 поколение цифрового ТВ				Next Generation Japan TV (2020 г.)	

- ♦ скорость цифрового потока при использовании алгоритма сжатия H.265 – 91,8 Мбит/с (приблизительно в 4 раза больше, чем в стандартном цифровом телевидении);
- ♦ необходимость в разработке новых методов радиочастотной модуляции, которые для передачи столь быстрого потока должны обеспечивать в 4 раза более эффективное использование радиочастотного спектра. Для этого предлагаются две новые технологии радиочастотной модуляции.

«Технология 1» предполагает использование ультрамногоуровневой модуляции несущих 4096 QAM (удваивает скорость передачи данных), а «Технология 2» заключается в модуляции MIMO (Multiple Input Multiple Output) и в данном случае реализуется за счет разделения цифрового потока программы UHD TV на две составляющие, которые одновременно передаются с горизонтальной и вертикальной поляризациями несущей (удваивает скорость передачи данных). Применение этих технологий позволит обеспечить эффективность использования радиочастотного спектра 15 бит/1 Гц полосы радиоканала (в DVB-T2 она составляет всего 3...4 бит/1 Гц).

Несмотря на упомощительную сложность предлагаемых технологий, их реализуемость у японских инженеров не вызывает никаких сомнений. Особенно после того, как в январе 2014 года в японском городе Хитойоши (префектура Кумамуто) прошел успешный эксперимент по передаче циф-

рового сигнала с модуляцией 4096 QAM и по технологии MIMO. В эксперименте использовался цифровой эфирный передатчик ISDB-T мощностью 10 Вт, сигналы которого принимались на расстоянии 27 км.

Дальнейший прогресс в развитии цифрового телевидения UHD TV будет определяться также совершенствованием технологий сжатия телевизионных сигналов.

Звезда по имени Astro Desing

А теперь давайте от теории перейдем к практике. То есть посмотрим, как идет разработка аппаратуры ультравысокой четкости 8K.

Среди японских компаний, активно участвующих в проекте HNK по продвижению технологии Super Hi-Vision 8K, чаще всего упоминается компания Sharp. И это понятно, так как до недавнего времени именно опытные 8K-телевизоры и мониторы Sharp неизменно присутствовали практически на всех демонстрациях Super Hi-Vision на международных выставках: IBC в Амстердаме, CES и NAB в Лас-Вегасе, CEATEC в Токио.

Удивительно, но за последние несколько лет на фоне стремительно прогрессирующей технологии 4K видимые успехи следующего поколения телевидения ультравысокой четкости, мягко говоря, не впечатляют. Тем более что в 2005...2008 годах, когда о 4K еще никто и не слышал, для демонстрации видеопрограмм 8K на упомянутых выше выставках строился специальный кинозал на 250 мест с огромным киноэкраном и

системой многоканального объемного звука 22.2. И это действительно поражающе! Прошло несколько лет, и теперь на IBC в Амстердаме для демонстрации 8K используют скромный угловой стенд, который теряется в огромном зале на втором этаже. О многоканальном звуке теперь вообще и речи нет. Да и показ видеопрограмм проходит на 82" ЖК-экране со светодиодной подсветкой, на котором преимущества формата 8K по сравнению со ставшим уже почти привычным 4K практически незаметны.

Впрочем, наметанный глаз специалиста, конечно же, замечает, что прогресс в разработке аппаратуры Super Hi-Vision есть, и прогресс немалый. Например, если 5...7 лет назад видеокамера 8K имела просто монстрообразный вид и выкатывалась на четырехколесной тележке, то в последние годы она существенно уменьшилась в размерах и вплотную приблизилась по габаритам к обычным HDTV-моделям. Появились и малогабаритные устройства записи и хранения видеопрограмм 8K. Но для обычной публики все это остается за кадром, и ее интерес к проекту Super Hi-Vision слабеет на глазах.

Чтобы разобраться в вопросах «кто виноват?» и «что делать?», а также получить информацию о состоянии и перспективах развития оборудования Super Hi-Vision, так сказать, из первых рук, мы воспользовались возможностью посетить крупнейшую японскую выставку электроники CEATEC 2014 и вживую пообщаться с японскими специалистами.

Проведенные переговоры с коллегами из компании Astro Desing (весь ее персонал – это чуть более 80 разработчиков и инженеров) превзошли все ожидания. Во-первых, мы были приятно удивлены открытостью японцев – коллег, которые не только показали свои новейшие разработки, но и провели экскурсию по лабораториям и КБ, предоставив возможность пообщаться с разработ-



Телекамера формата 8K образца 2010 года



В лабораториях Astro Desing

чиками и задать им любые вопросы. Более того, нам разрешили сфотографировать даже самые новейшие разработки, тогда как обычно японцы отбирают фотоаппараты и смартфоны даже при посещении демонстрационных залов, где представлена серийная продукция и оборудование.

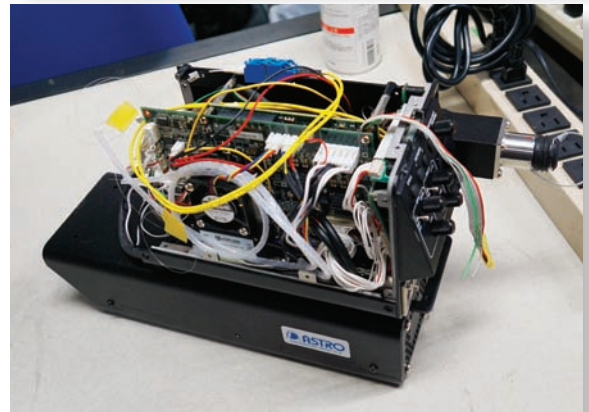
Во-вторых, поражает технический уровень оборудования UHDTV компании Astro Desing, которая является одним из главных драйверов проекта Super Hi-Vision.

Ну и, наконец, не может не вызывать уважение широкая номенклатура разработок компании и ее партнеров, куда входят малогабаритные телевизионные камеры (в том числе и с боксами для подводной съемки), оборудование коммутации и записи в реальном масштабе времени 8К-изображений, проекционные экраны и мониторы 8К со светодиодной подсветкой.

Экскурсию проводил лично президент и генеральный директор компании Astro Desing г-н Сигеаки Сузуки (Shigeaki Suzuki), а также его ближайшие помощники – вице-президент и директор Цуоми Михара (Tsutomu Mihara) и сотрудник отдела развития бизнеса Тацунобу Канемура (Tatsunobu Kanemura).

Центральным моментом стала демонстрация на 100" проекционном экране

демонстрационных роликов, снятых в формате 4320/60p с 12-разрядным представлением 8К-видеосигнала (проектор 8К, правда, воспроизводил только 10 бит). При этом демонстрировались как статические изображения тестового предметного плана с телекамеры Super Hi-Vision AH-4800, так и видеопрограммы, снятые сотрудниками Astro Desing. Особо сильное впечатление произвели подводные съемки, сделанные с помощью специального герметичного бокса для видеокамеры 8К. Так как камера AH-4800 имеет размер стандартной бытовой видеокамеры и запись ведет на карты памяти SD, она без проблем помещается в бокс для подводной съемки.



Рекордер и блок оптического камерного канала

Как видим, японские инженеры сумели создать вполне работоспособный комплект оборудования 8К, обеспечивающий прохождение сигнала UHDTV «от света до света». А это значит, что эра телевидения Super Hi-Vision может наступить гораздо раньше, чем мы думаем.

Литература

1. Радость и слезы. – Репортаж с IFA-2014 в Берлине. Салон AV. 2014. № 11. С 4-11.
2. **Серов А.** Цифровое будущее: 4К и HEVC, http://www.media-vision-mag.ru/uploads/07%202014/08-13%2307_2014.pdf
3. **Быструшкин К.Н., Степаненко Л.Н.** Телевизоры: какими они будут завтра? http://www.media-vision-mag.ru/uploads/08%202012/31-34%2008_2012.pdf; http://www.media-vision-mag.ru/uploads/09%202012/72-73%2009_2012.pdf
4. <http://smart-tv-news.ru/samsung-pyatsya-reshit-problemu-4k-kontenta/>
5. **Быструшкин К.Н., Степаненко Л.Н.** Прыжок в будущее, или что придет на смену HDTV? <http://www.salonav.com/arch/2008/07/006.shtml>
6. **Kenichi Murayama.** Future Broadcasting Technologies and beyond. FOBTv, Future Broadcasting initiative Summit. Yantai-2014. 23 June 2014.



Бокс для подводной съемки

Цифровой поток видеосигнала 8К камеры AH-4800, сжатый по стандарту H.265, имеет скорость порядка 90 Мбит/с и поэтому на устройство записи (твердотельный рекордер HR-7512-C) передается по оптоволоконной линии. При этом, несмотря на компактность рекордера 8К, он обеспечивает запись до 80 мин изображения.

Не меньший прогресс наблюдается и в сегменте дисплеев UHDTV. В частности, в лабораториях Astro Desing нам показали предсерийный образец LED-телевизора Panasonic с экраном 65", обеспечивающий воспроизведение изображения в формате 8К.



Президент Astro Desing г-н Сигеаки Сузуки показывает 8К-камеру AH-4800