

УДК 621.397.13.037.37

## История развития цифрового телевидения

Апанасевич А.С., Белый А.Н.

Научный руководитель Михальцевич Г.А. старший преподаватель.

В марте 1982 г. на 15 Пленарной ассамблее Международного консультативного комитета по радио (МККР) была утверждена Рекомендация 11/601 "Параметры цифрового кодирования для телевизионных студий". Энтузиасты предсказывали скорую технологическую революцию в теле-производстве, сопоставимую с той, которую вызвало появление видеозаписи, а может быть и более кардинальную. Казалось, что эти надежды основательны и вскоре были подкреплены атакой русских и французов. Так год спустя, специалисты ВНИИТ в Женеве на выставке "Телеком" первыми в мире показали образец цифровой студии. Несколько позже французы, также впервые, в г. Рене сдали в эксплуатацию цифровой телецентр. Однако сразу же выявились серьезные недостатки цифрового оборудования, о которых предупреждали скептики, – серьезный рост аппаратной массы, потребляемой энергии и, соответственно, стоимости.

Прошедшие пятнадцать лет отмечены, в немалой степени и по названным выше причинам, ограниченным внедрением цифрового оборудования в аналоговые технологии, в основном там, где цифровое кодирование позволяет решать задачи, недоступные или трудноразрешимые аналоговыми средствами. В частности, только на базе цифровых средств удалось кардинально решить проблему транскодирования. Знакогенераторы, блоки видеоэффектов теперь исключительно цифровые устройства.

Процесс встраивания отдельных цифровых устройств в аналоговое окружение продолжается. Однако события последнего времени, связанные с выходом на более высокие уровни интеграции в элементной базе цифровой техники и появлением нового поколения телевизионной техники, в том числе форматов цифровой видеозаписи, резко изменили оценку места и значения цифровых средств вещания. В настоящее время уже можно говорить о реальности полной цифровизации телевидения и радиовещания. Что же произошло? Что цифровизация несет с собой? На эти и многие другие вопросы, которые могут возникнуть, мы постараемся ответить ниже, предварительно определив, что же такое цифровое кодирование сигналов,

Любая экранная зрелищная система – кино, телевидение, видео - использует в той или иной степени дискретизацию. Однако далеко не очевидно, что изображение можно разбить на отдельные элементы, а затем вновь собрать, почти ничего не теряя. Наше восприятие противится этому.

К мысли, что статическое изображение можно дискретизовать и составить из отдельных элементов, людей давно подготовила живопись – ведь мазки кисти или элементы мозаики те же дискретные элементы изображения. Еще дальше пошла полиграфия, осваивая технологию передачи полутонов. Именно здесь впервые появился точечный растр и даже цифровое кодирование.

Труднее всего оказалось постижение возможности дискретизации времени, а именно возможности передачи движения последовательностью статических изображений, т.е. того, что мы сейчас называем кадровой дискретизацией

Признанные пионеры телевидения - португалец Де Перейра и наш И. Полумордвинов. П. Нипков создал известный диск – первое реально работавшее устройство строчной развертки. После этого довести идею дискретизации до полного завершения - поэлементной дискретизации изображений и цифрового кодирования по уровню было уже совсем просто, оставалось только подождать, когда техника будет к этому готова.

В конце прошлого века американский математик Уиттекер доказал одну любопытную теорему, которая очень многое, в том числе в дискретизации, объяснила.

Суть этой теоремы в следующем. Любая функция, любое явление локализованное в ограниченной области пространства, могут быть представлены, (а фактически имеют) дискретным набором состояний. Таким образом, по Уиттекеру все конечное дискретизовано изначально - это настолько фундаментальное свойство, что для его доказательства достаточно средств чистой математики.

У теоремы Уиттекера есть множество приложений, среди которых важно вспомнить о двух. Первое – это теорема В.Котельникова, утверждающая, что сигнал с ограниченной полосой частот может быть представлен или передан с помощью дискретного набора отсчетов. В применении к изображениям то же самое можно сказать и об изображениях с конечной площадью – они также могут быть переданы дискретным набором отсчетов. Вторая, заслуживающая упоминания теорема, носит имя Шеннона и утверждает нечто, прямо относящееся к обсуждаемой теме. Шеннон показал, что любое конечное сообщение может быть представлено в цифровой форме, и при этом содержит конечное число информационных единиц.

Итак, дискретизация запрограммирована свыше и является естественным свойством – в нашем случае любого ограниченного сообщения, представленного, например, изображением или звуковыми сигналами.

С расстояния в 4-5 высот экрана, а именно оно является оптимальным для действующих стандартов вещания, угол под которым мы видим расстояние, разделяющее соседние строки, приблизительно равен угловому разрешению глаз. Последнее означает, что изображение на экране полностью заполняет пространство восприятия, за исключением области между зрителем и экраном. Если зритель расположен к экрану ближе, то различима строчная структура изображения. С рассматриваемых позиций это значит, что воспроизводимое пространство меньше воспринимаемого, не используемый объем при этом заполняется в данном случае шумом дискретизации. Когда зритель размещен дальше оптимального расстояния, воспроизводимое пространство выходит за границы воспринимаемого, в итоге часть информации (о деталях) теряется. Интересно, что телевидение высокой четкости (приблизительно с удвоенным числом строк разложения) надо интерпретировать как вполне понятную попытку заполнения части неиспользуемого пространства между зрителем и экраном. Действительно, для ТВЧ оптимальным расстоянием является 2-3 высоты экрана.

Лет пятнадцать-двадцать назад размеры отдельных элементов на аналоговых и цифровых микросхемах почти не различались. Поэтому рост элементной массы в цифровых схемах вел к указанным выше нежелательным последствиям. Однако однотипность и минимальный набор требуемых операций и соответствующей элементной базы в конечном итоге вылились в существенные технологические преимущества.

Начиная с 1995 года во многих странах мира началось активное внедрение цифрового спутникового и кабельного телевидения. С 1998 года, в буквальном понимании, началась цифровая технологическая революция в сфере телерадиовещания и связи. В мире, начиная с Великобритании, началось внедрение новейших эффективных цифровых технологий стандарта DVB-T в эфирном (наземном) телерадиовещании. Активно продвигается DVB-T в других странах мира.

Регулярное вещание в Великобритании началось 15 ноября 1998 года в стандарте DVB-T.

Факторы, сдерживающие развитие цифрового телевидения: жесткая конкуренция со стороны спутникового и кабельного ТВ; ограничения, наложенные государственными регулирующими органами на параметры передачи.

Факторы, содействующие развитию цифрового телевидения: принятый срок прекращения аналогового телевизионного вещания; субсидирование абонентского приемного оборудования.

Ожидается также перспектива резкого уменьшения цен на set-top-box (цифровые приемные декодеры-приставки к аналоговым телевизорам). Изображение выводится на обычный телевизор, звук – на домашнюю стереосистему, файлы – на персональный компьютер и т. д. При наличии обратного канала и специального программного обеспечения телезритель получает возможность выбирать любую из предлагаемых дополнительных услуг ЦТВ. Здесь, кроме традиционных телепередач, абоненту предлагается, не вставая с кресла у телевизора, принимать и отправлять электронные и факсимильные сообщения; работать с базами данных; участвовать во всевозможных голосованиях и опросах; покупать товары и услуги по кредитной карте и т. п.

На поле битвы за ЦТВ основными соперниками сегодня являются европейский стандарт DVB, американский ATSC и японский ISDB.

В США Основная ставка развития цифрового телевидения сделана здесь на телевидение высокой четкости (ТВЧ). Поэтому в стандартной полосе телеканала телевещатели передают только одну телепрограмму, но программу, в которой и изображение, и звук только высшего качества. Понятно, что, поскольку ресурс использован для обеспечения ТВЧ-вещания, то ничего дополнительного в этот канал «впихнуть» уже не удастся.

Стандарт DVB-T, безусловно, более гибок, он позволяет телевещателю выбирать скорость передачи, параметры модуляции и кодирования. Низкоскоростные режимы могут быть использованы для увеличения дальности приема без увеличения мощности передатчика, а также для мобильного сервиса. За эти возможности приходится расплачиваться либо уменьшением числа телепрограмм в телеканале, либо понижением их качества. Японский ISDB очень похож на DVB и представляет собой некий разумный компромисс между двумя предыдущими. Он еще более гибок, главной его целью декларируется интерактивность и интеграция всех служб вещания.

Что касается качества изображения, то поскольку все три стандарта используют один метод компрессии MPEG-2, при прочих равных условиях качество они должны обеспечивать одинаковое. Это в корне отличает цифровое телевидение от аналогового, где картинка SECAM заметно хуже той же картинке PAL. Кроме того, для ЦТВ вопрос «Что лучше?» совершенно неуместен. Ведь если в аналоговом телевидении способ кодирования цвета и модуляция влияют на качество изображения, то в цифровом ТВ от метода модуляции и кодирования зависит лишь надежность приема, и если прием обеспечен, то картинка всегда получается «чистой» (без сетки, муара, снега и пр.). В противном случае изображение рассыпается на пиксели, и мы имеем просто надпись «нет сигнала» на темном экране. Таким образом, для телезрителя безразлично, по какому цифровому стандарту происходит доставка изображения к телевизору, поскольку качество сигнала у зрителя будет определяться только качеством его приемника. Это будет определяться не стандартом, а набором предлагаемых услуг.

Что касается частот, то тут имеется две возможности. Обе они предусматриваются уже упоминавшейся «Концепцией». Первая – использовать новые полосы, где телевидения пока нет, а именно, как предусмотрено Регламентом радиосвязи, – в диапазоне 800 МГц. Вторая – переход на цифру в «традиционных» дециметровых вещательных каналах.

В конце 90-х годов основная ставка была сделана на диапазон 800 (726–862 МГц).

В Великобритании, например, цифровое телевидение ведут в дециметровых каналах, расположенных между каналами аналогового вещания. По правилам на одной территории не могут одновременно работать аналоговые телепередатчики в смежных, зеркальных, гетеродинных каналах. Таким образом, из имеющегося ресурса каналов пока можно использовать, в лучшем случае, чуть больше трети. В Австралии канал ТВЧ в стандарте DVB-T работает на частоте (191,25 МГц); в Италии сообщалось об успешном опыте вещания в горной местности в радиусе 50 км от Милана при помощи 40-ваттного передатчика в 38 канале; в Испании вещают ЦТВ в 26 канале.

Мы знаем, что цифровые системы позволяют зрителю получить идеальные копии аудио- и видеопрограмм. Ее можно собрать на внешних носителях, домашних медиа серверах, специальных цифровых устройствах, оснащенных программным обеспечением, позволяющим идентифицировать телепрограммы.