



Телевидение. Принцип получения телевизионного изображения

SEO-заголовок: «Аналоговое телевидение как базовая основа цифрового ТВ»

Автор: Анатолий Белов | Дата публикации: 15.02.2021

URL: <https://sneg5.com/nauka/tehnika-i-tehnologii/televidenie.html>

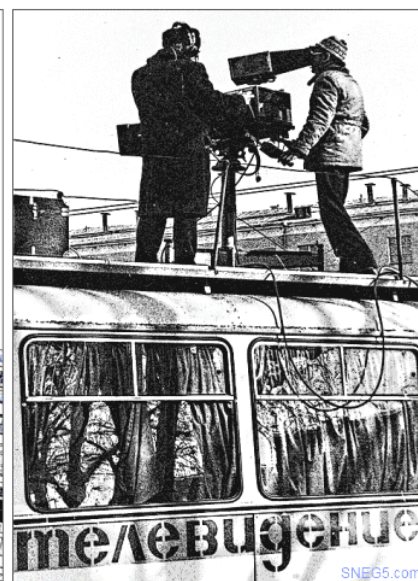
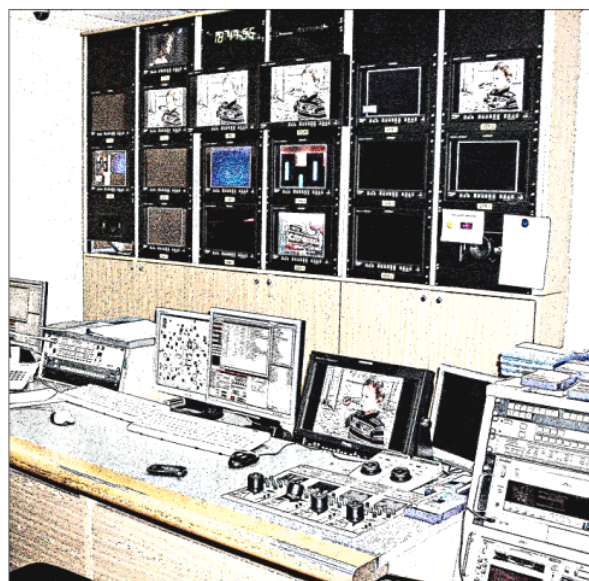
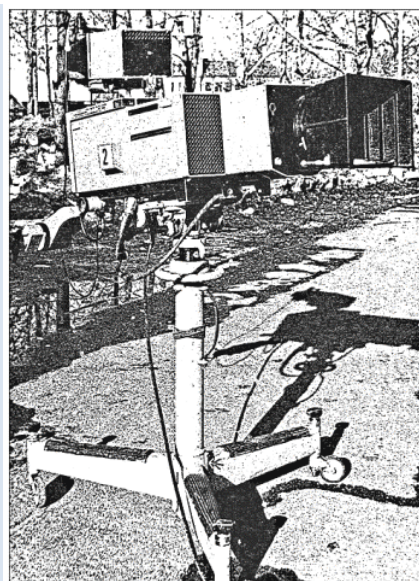


Фото: © Анатолий Белов | SNEG5.com

Содержание

Телевидение. Принцип получения телевизионного изображения	1
Вещательное телевидение	3
Общие сведения	3
Понятие развертки	4
Переменная составляющая и форма импульсов	6
Синхронизация	7
Полоса частот и подавление НБП	9
Полярность модуляции	10
Стандарты систем телевидения	11
Диапазон волн	11
Стандарты метрового диапазона	12
Стандарты дециметрового диапазона	13
Основные параметры стандарта вещательного ТВ в России в соответствии с ГОСТ 7845-92	14
Назначение составных частей полного ТВ сигнала (ПТВС)	15
Строчные кадровые гасящие импульсы	15
Строчные и кадровые синхронизирующие импульсы	15
Врезки в КСИ	16
Уравнивающие импульсы	16
Измерительные и вспомогательные сигналы	17
Параметры сигналов I-IV - по ГОСТ 18471, параметры сигнала V - по приложению 1 настоящего стандарта	18
Сигналы полевой цветовой синхронизации (SECAM)	18
Цветовая синхронизация в системах PAL и NTSC	19
Постоянная составляющая	21
Выводы	22

Эта статья задумывалась как рассказ в популярной форме о цифровом телевидении, на которое Россия перешла 14 октября 2019 года. Однако, сразу погружаться в «цифру» мы не будем. Вначале разберемся с принципами работы аналогового ТВ. А цифровое телевидение рассмотрим в отдельной статье на портале SNEG5.com — «Цифровое телевидение в России — как оно работает».

Поскольку этот материал изначально не предназначен для телевизионных инженеров, здесь не будет множества формул и таблиц — ровно столько, сколько необходимо для понимания в общих чертах физических принципов и алгоритмов, на которых работает телевидение.

Хотя высшей математики здесь не будет, полностью обойтись без специфической терминологии, увы, не получится. Будем считать всё описанное ниже не более чем шпаргалкой для студентов среднего специального образования, обучающихся по направлениям подготовки: **«Телевидение»** и **«Аудиовизуальная техника»**. А телевизионные инженеры всё это и так знают.

В предыдущем обзоре была рассмотрена история телевидения от **диска Нипкова** до наших дней.

Тракт передачи сигналов изображения за последние **120 лет** не изменился: преобразователь оптических изображений в электрические сигналы, каналы передачи сигналов изображения и звукового сопровождения, устройства их приема и воспроизведения изображения и звука на телевизионных приемниках у потребителей. Постоянно совершенствовались технические решения параметров сигналов и звеньев трактов на основе новейших достижений радиоэлектронных компонентов и новых разработок приемопередающей радиоаппаратуры.

Итак, ТЕЛЕВИДЕНИЕ – наука о передаче визуальной информации при помощи электрических сигналов.

В основе телевизионной передачи и воспроизведения изображений лежат три физических процесса:

- **преобразование световой энергии**, исходящей от объекта передачи, в электрические сигналы;
- **передача и прием электрических сигналов**;
- **преобразование электрических сигналов** в световые импульсы, воссоздающие оптическое изображение объекта.

Вещательное телевидение



Иллюстрация © SNEG5.com

Общие сведения

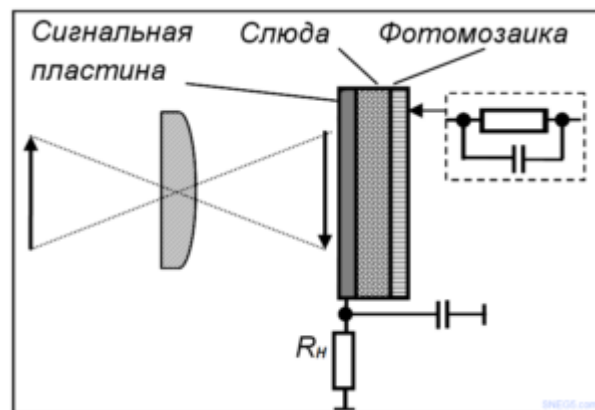
Вещательное телевидение передает сигналы изображения на базе трех основных положений:

- **преобразование** энергии световых волн в электрический сигнал,
- **разложение** передаваемого изображения на элементы,
- **воспроизведение** на экране телевизора переданного на требуемое расстояние полного телевизионного сигнала (ПТС).

Необходимые условия передачи сигнала:

1. Разложение информации на отдельные элементы.
2. Передача изображения.
3. Обратное преобразование.

Тракт передачи ТВ-сигнала имеет много общего с трактом звука. Сигналы информации преобразуются в электрические сигналы, передаются в эфир, затем осуществляется обратное преобразование.



Упрощенная структура фотомишени для формирования сигнала черно-белого изображения

Преобразователи:

1. **Оптоэлектронные** (фотоэлемент, фотоумножитель, фотодиод и т. п.).
2. **Электронно-лучевая трубка** (для сигнала изображения).



Схема передачи на расстояние звукового сигнала

Требования к способу передачи изображения:

1. Параллельный — неприемлем ввиду необходимости использования большого числа каналов связи для одновременной передачи каждого единичного изображения.

2. Последовательный — посредством электронного сканирующего луча. Достоинство данного способа — идеальная фокусировка и безынерционность.

Изображение любого сюжета или объекта можно представить совокупностью отдельных точек, положение которых в пространстве характеризуется координатами X, Y, Z , а также яркостью и цветом. Передать параметры этих точек на приемную сторону можно. Однако технические возможности пока не позволяют реализовать объемное изображение, поэтому ограничиваются передачей координат плоскости (X, Y) и сигнала яркости в черно-белом изображении, а в цветном еще добавляют и цветовые сигналы. Для этого используется метод последовательной передачи элементов изображения.

Впечатление полного изображения на приемнике получается вследствие инерционности зрения, которое заключается в том, что человек не видит мельканий яркости, если они происходят с определенной частотой, и, в первую очередь, необходимостью обеспечить незаметность разрывов в движении объектов. Практика показывает, что эта частота должна быть не менее **48...50 Гц**. В кино, где на экран проецируется **24 кадр/с**, частота мельканий равна **48 Гц** при разделении длительности (времени проецирования) каждого кадра на две равные части.

Понятие развертки

В вещательном телевидении **частота мельканий изображения 50...60 Гц**. Применяется чересстрочная развертка, которая имеет коэффициент кратности, равный двум: развертывающий электронный луч проходит сначала все нечетные, а затем — четные строки, т.е. каждый кадр, передается двумя полукадрами (полями), содержащими половину общего числа строк.

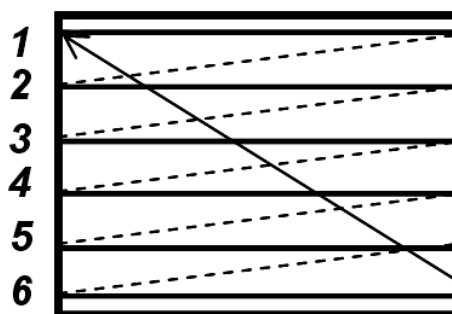
Прогрессивная развертка

$$F_B = kZ^2 \cdot n/2 = (4/3) \cdot 625^2 \cdot 50/2 = 13 \text{ МГц}$$

Каждая последующая строка располагается параллельно предыдущей и расстояние между строками примерно равно ширине строки.

Прогрессивная развертка в вещательном телевидении не применяется, так как

требуется слишком широкая полоса пропускания ТВ-тракта (**13 МГц**), что в 40-е годы заняло бы половину коротковолнового диапазона, используемого тогда для ТВ-вещания.

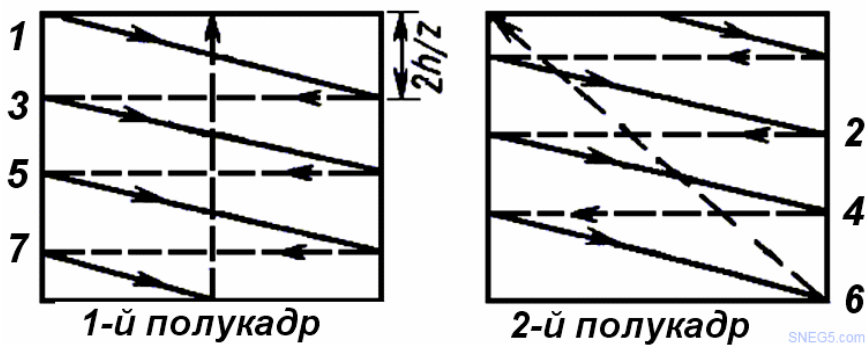


Чересстрочная развертка

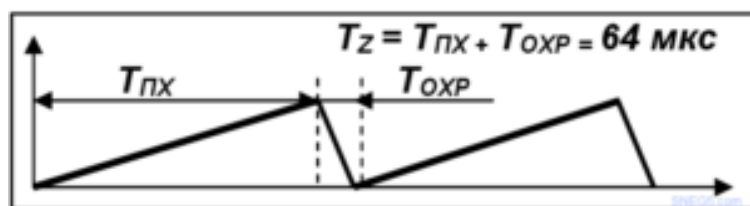
$$F_B = kZ^2 \cdot n/2 = (4/3) \cdot 625^2 \cdot 25/2 = 6,5 \text{ МГц}$$

Чересстрочная развертка применяется для снижения полосы пропускания до **6,5 МГц**.

Четные и нечетные строки плотно примыкают друг к другу и располагаются с некоторым наклоном.



Один полукадр (поле) занимает **312,5 строки**. За счет инерционности зрения изображение двух полукадров со сдвигом в 20 мс воспринимается слитно как один кадр с 625 строками.



Прямой и обратный ход строчной развертки

Число строк разложения выбирается нечетным (405, 525, 625, 819), чтобы упростить форму пилообразного тока для отклонения луча по вертикали.

Время прохождения одной строки называется временем прямого хода ТДД, а время перехода луча с конца одной строки на начало следующей — временем обратного хода Т_{о.х.}

Растр — совокупность строк разложения.

Z — количество строк (625 для PAL и SECAM);

B — ширина изображения (4);

H — высота изображения (3);

k = B:H = 4:3 — аспект (пропорции кадра);

kZ² — общее количество элементов разложения;

n — частота кадров (50 Гц при полевой разв.);

f_н — нижняя граничная частота (n = 50 Гц).

F_в — верхняя граничная частота (= kZ²·n/2). Произведение общего количества элементов на частоту кадров делится пополам, поскольку от каждой пары элементов практически формируется только один импульс.

Развертка — последовательное снятие информации (или формирование изображения) по горизонтали и вертикали.

Строчная развертка — движение луча по строке (прямой ход строки).

Кадровая развертка — движение луча по вертикали.

Отклонение — электромагнитное с помощью двух пар катушек (строчных и кадровых). **Отклоняющие токи** в катушках имеют нарастающую пилообразную форму.

Обратный ход развертки — возврат луча.

Частота строчной развертки:

$$F_z = 1/T_z = 1/64 \text{ мкс} = 15 \text{ 625 Гц}$$

Форма отклоняющих токов кадровой развертки аналогична строчной развертке, однако период **кадровой развертки** во много раз больше.

$$F_{\text{кадр}} = 25 \text{ Гц}; F_{\text{полев}} = 50 \text{ Гц}; T_{\text{полев}} = 1 / F_{\text{полев}} = 0,02 \text{ с} = 20 \text{ мс}$$

Суммарное время прямого и обратного ходов составляет период строчной развертки $T_{\text{стр}}$. Пройдя последовательно все строки телевизионного раstra, луч возвращается в исходное состояние для перехода к следующему кадру изображения. Период повторения кадров $T_{\text{кадр}}$ равен сумме длительностей прямого и обратного ходов луча по кадрам.

Переменная составляющая и форма импульсов

Переменная составляющая ПТС состоит из отдельных импульсов разной длительности и различной формы, обусловленных размером и яркостью деталей изображения. Чем больше размер передаваемой детали, тем больше длительность импульса, ей соответствующая.

Низшая частота ПТС приблизительно равна частоте кадров. Качественное изображение крупных деталей требует точной передачи формы импульсов. Амплитуда высшей составляющей спектра телевизионного сигнала определяется минимальным размером передаваемого элемента изображения. Искажение формы импульсов при передаче изображения мелких деталей незначительно влияет на распознаваемость, так как глаз не различает искажения их яркости.

Итак, на передающей стороне в преобразователе свет-сигнал энергия световых волн трансформируется в электрический сигнал. В результате работы развертки на выходе преобразователя получается сигнал, мгновенные значения которого пропорциональны интенсивности освещения соответствующих элементов изображения. В этот сигнал с помощью устройств синхронизации вводят импульсы, которые характеризуют **уровень черного**, соответствующий уровню сигнала гашения луча в перерывах развертки между строками и полукадрами.

Сигнал с уровнем, нормированным относительно уровня черного, называют сигналом яркости. Синхронность разверток на приемной и передающей сторонах достигается введением импульсов синхронизации, обычно совмещенных с **сигналом гашения луча**.

В вещательном телевидении черно-белого изображения используют следующие синхронизирующие импульсы: **сигналы кадровой (вертикальной) синхронизации, уравнивающие синхросигналы и сигналы строчной (горизонтальной) синхронизации.**

Синхронизация

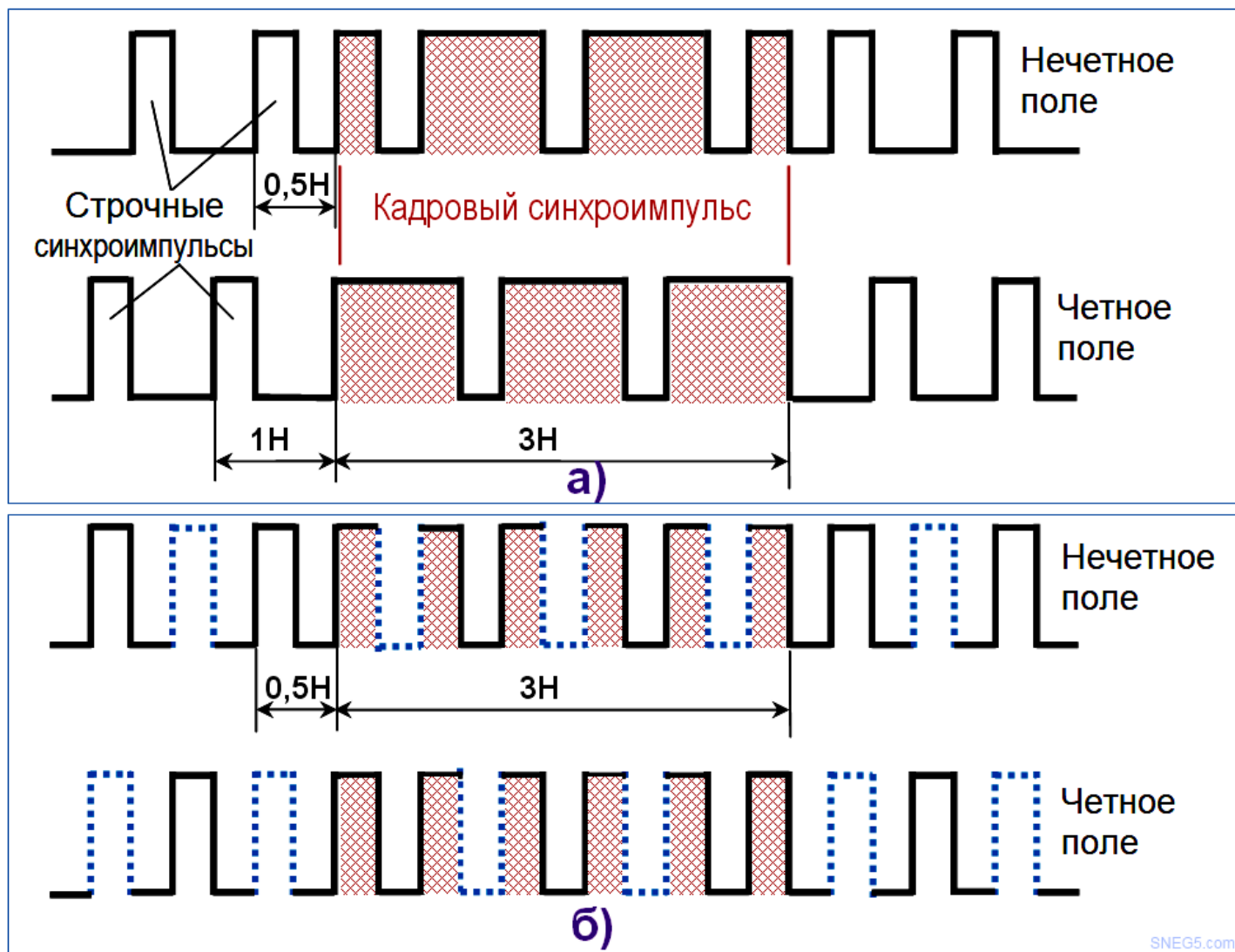


Рис. 1. Уравнивающие импульсы в КСИ (H — период строчной развертки).

а) — кадровые синхроимпульсы при чересстрочной развертке на нечетных и четных полях;

б) — уравнивающие импульсы двойной строчной частоты на нечетных и четных полях

Точность синхронизации по строкам и полям (полукадрам) определяет геометрическое подобие деталей объекта и получаемого изображения. Импульсы синхронизации (синхроимпульсы) передаются в одном канале с сигналом яркости и имеют уровень, превышающий уровень черного. Строчные синхроимпульсы управляют началом обратного хода в конце каждой строки и повторяются с частотой строчной развертки. Для обеспечения точной синхронизации строчной развертки добиваются отсутствия в ней перерывов. Для этого значение фронтов импульсов, разделенных периодом строчной развертки, сохраняются и во время всей длительности кадрового гашения луча. Эти фронты появляются и в уравнивающих импульсах (через один) и во впадинах (через одну) кадровых синхроимпульсов (рис.1).



Рис. 3. Упрощенная форма ПТС для двух строк.

Передняя площадка строчного гасящего импульса необходима для обеспечения времени, в течение которого прекращаются переходные процессы, связанные с видеосигналом, предшествовавшим гасящему импульсу. Это позволяет исключить искажения формы синхроимпульсов сигналами изображения.

Кадровые синхроимпульсы должны отличаться от строчных, чтобы их можно было выделить из синхросигнала. Обычно их длительность составляет **2,5-3 периода строчной развертки H** , и они располагаются на кадровых гасящих импульсах. Период кадровой развертки соответствует длительности передачи **50 или 60 полей** в одну секунду ($312,5 H$ или $262,5 H$).

Для экономии мощности передатчика **кадровые и строчные синхроимпульсы равны по амплитуде, но различаются по длительности и форме**. Предыдущий и последующий кадровые синхроимпульсы должны иметь одинаковую форму и длительности. Это требование усложняется тем, что каждое поле раstra содержит целое число плюс половину строк.

Первое (нечетное) поле начинается с начала строки, а заканчивается на ее половине. **Второе (четное) поле** начинается с половины строки, а заканчивается полной строкой. Влияние сдвига по времени половины строки на форму кадрового синхроимпульса сводится к минимуму тем, что интервал между соседними строчными и кадровыми синхроимпульсами изменяется. Это приводит к нарушению четкости работы кадровой синхронизации в телевизионном приемнике и к полной или частичной потере чересстрочной развертки.

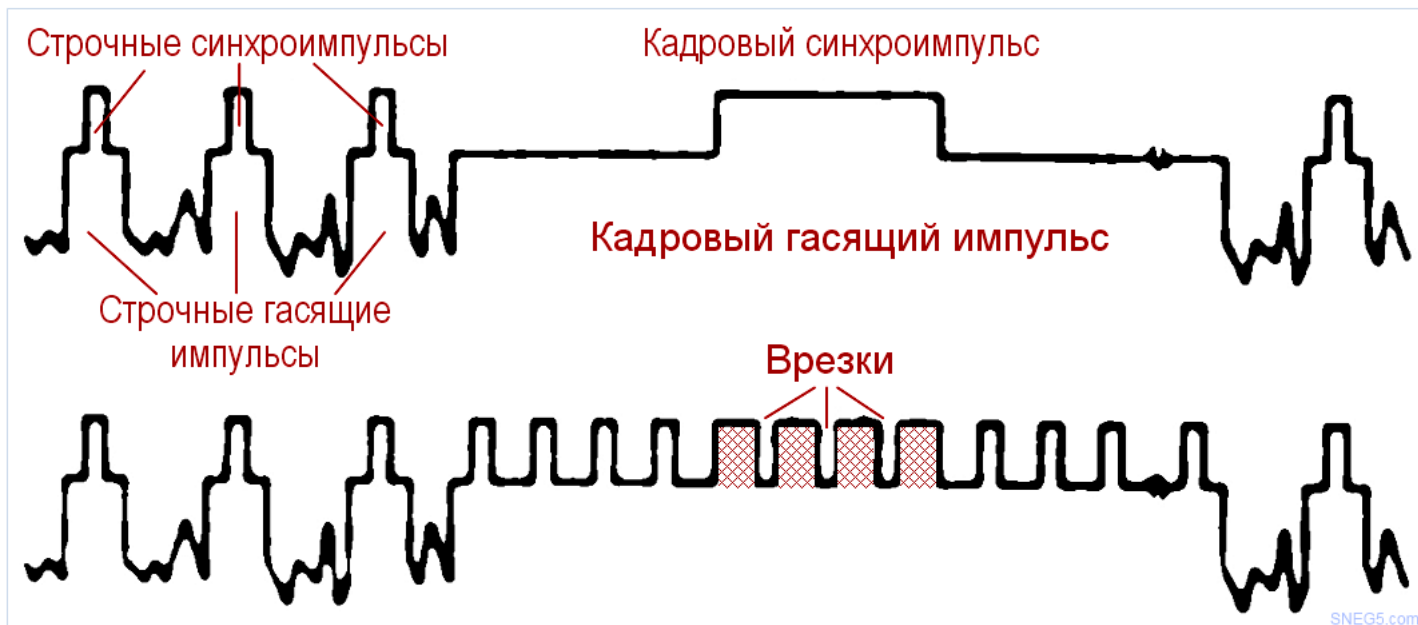


Рис. 2. Упрощенная форма телевизионного сигнала между кадровых импульсов и во время кадровых импульсов

Идентичность импульсов в четном и нечетном полях достигается за счет врезок (промежутков между сегментами кадровых синхроимпульсов) строчных синхроимпульсов, имеющих удвоенную частоту и передающихся до, во время и несколько позже передачи кадровых синхроимпульсов (рис. 2.).

Число врезок в кадровых синхроимпульсах для четного и нечетного полей оказывается одинаковым, что позволяет обеспечить непрерывность строчной синхронизации и добиться «выравнивания энергии» последовательных кадровых синхроимпульсов.

Полоса частот и подавление НБП

Для получения достаточной четкости изображения необходимо иметь очень широкую полосу частот — примерно **5...6 МГц**. При модуляции таким сигналом несущей передатчика формируется полоса частот вдвое шире, т.е. **10...12 МГц**. Формировать сигнал в такой полосе сложно, необходимо воспользоваться методом сужения полосы частот. Для этого передают только часть одной из излучаемых боковых (верхней или нижней) полос сигнала изображения, каждая из которых содержит одинаковую информацию о передаваемом объекте.

При этом синхронизирующие и гасящие импульсы передаются во время обратного хода электронного луча кинескопа, когда передаваемые элементы изображения не воспроизводятся на экране. Этот метод передачи называют частичным подавлением одной боковой полосы частот.

Во всех стандартах вещательного телевидения черно-белого изображения сигнал передается с подавлением части нижней боковой полосы при амплитудной модуляции.

Полярность модуляции

Позитивная полярность модуляции имеет место, когда амплитуда несущей изображения (мощность излучаемого радиосигнала) растет при увеличении яркости передаваемой сцены, а негативная, когда увеличение яркости соответствует уменьшению амплитуды этого сигнала. Формы этих сигналов приводятся на *рис. 4 и 5* соответственно.

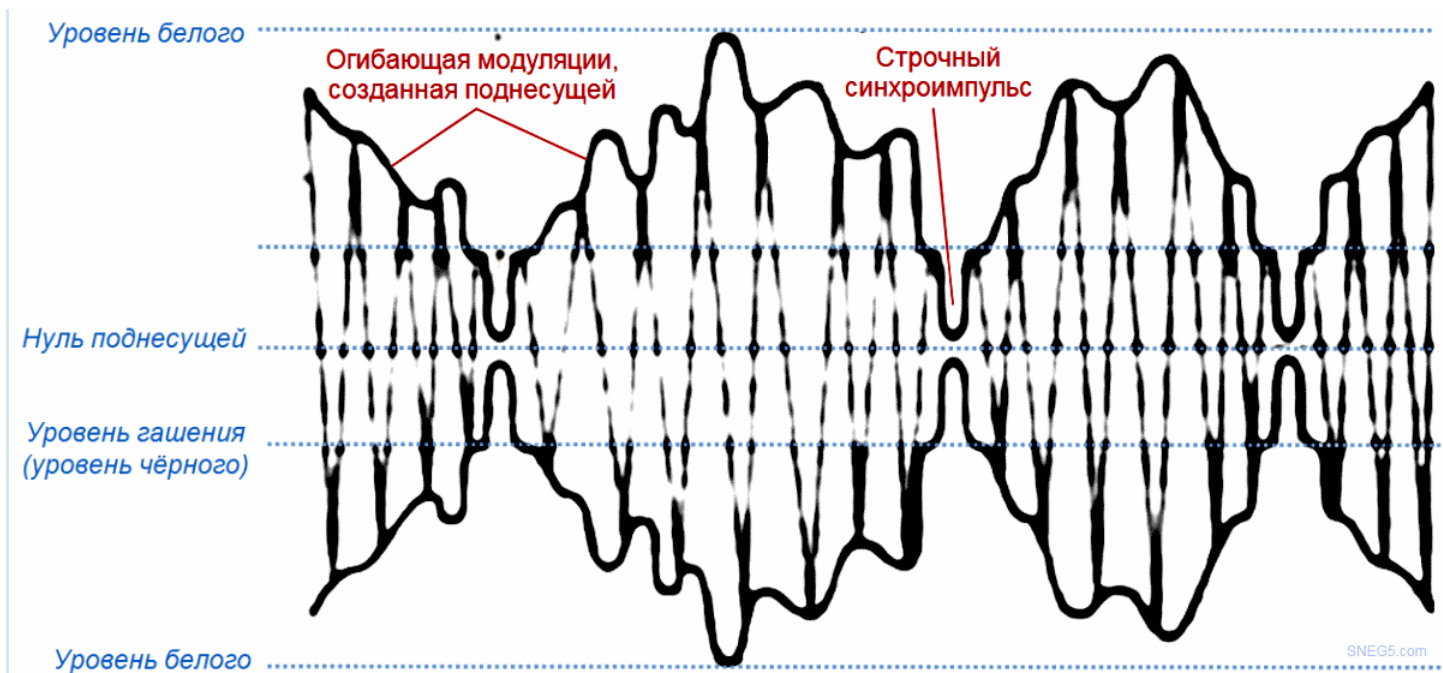


Рис. 4. Несущая волна и огибающая при позитивной модуляции



Рис. 5. Несущая волна и огибающая при негативной модуляции

Выбор типа модуляции определяется следующими факторами: действием импульсных помех на сигналы синхронизации и изображения; значением пиковой мощности передатчика; использованием фиксированных уровней гасящих импульсов и постоянной амплитуды синхроимпульсов для обеспечения работы систем автоматической регулировки усиления (APУ) в телевизионном приемнике.

Каждый тип модуляции имеет определенные преимущества, но все же наибольшее применение находит негативная модуляция из-за увеличения (на 30 %) пиковой мощности передатчика, лучшей нелинейности модуляционной характеристики и стабильной работы АРУ.

Огибающая модуляционного сигнала имеет четыре постоянных (эталонных) уровня: синхроимпульсов, гасящих импульсов, сигналов черного и белого. Эти уровни и допуски на них заданы в процентах пиковой амплитуды огибающей.

Стандарты систем телевидения

В любой стране мира, в которой ведутся передачи телевизионных программ, основные характеристики и параметры системы черно-белого и цветного вещательного телевидения определяются стандартами. Любой стандарт обеспечивает работу всех составляющих частей системы на основе выполнения единых требований, позволяющих получить максимальные показатели при экономических и технических ограничениях, свойственных данной системе связи.

Стандарты вещательного телевидения разрабатывались в ряде ведущих стран (Великобритания, Германия, США, СССР, Франция) в разное время, и в каждой из них работы проводились без учета особенностей других стран, что и привело к возникновению различий, особенно в частотных каналах (ширина радиоканала, размещение несущих, размещение их боковых полос и т.д.). Остановимся на особенностях телевизионных стандартов современного мирового вещательного телевидения.

Диапазон волн

В телевизионном вещании используют ультракороткие волны: метровые и дециметровые. В пределах пяти частотных диапазонов размещено **60 радиоканалов**:

- I диапазон 48,5...66 МГц** (радиоканалы 1 и 2);
- II диапазон 76...100 МГц** (радиоканалы 3 — 5);
- III диапазон 174...230 МГц** (радиоканалы 6— 12);
- IV диапазон 470...582 МГц** (радиоканалы 21 —34);
- V диапазон 582...790 МГц** (радиоканалы 35 — 60).

В настоящее время освоен метровый диапазон (радиоканалы 1 —12) и осваивается дециметровый. Выбор нижней границы I диапазона определяется тем, что для выделения полного цветового телевизионного сигнала из радиосигнала изображения необходимо, чтобы несущая в несколько раз превышала максимальную частоту спектра модулирующего сигнала **6 МГц**. Кроме того, диапазон примерно **до 40 МГц** занят для радиовещания, радиосвязи и других целей.

Верхняя граница V диапазона ограничена длинами волн, на которых начинают сказываться значительное поглощение излучения в атмосфере и влияние ее неоднородностей: дождя, тумана и т.д. Поэтому **диапазон УКВ 30...3 см (1...10 ГГц)** используется для передачи ТВ сигналов только в радиорелейных и космических системах связи, а также в линиях связи ПТС и т.п.

Стандарты метрового диапазона

Основные характеристики и параметры вещательного телевидения в ряде стран разрабатывались, выбирались и утверждались в период освоения диапазонов I — III МВ (41...68; 87,5...108 и 163...230 МГц соответственно), когда передачи могли вестись на 11-13 каналах. На первом этапе разработки стандартов было пять:

- **западно-европейский**, который иногда называют **CCIR** (*International Radio Consultative Committee*) или **МККР** (*Международный Консультативный Комитет Радио*);
- **восточно-европейский** — стандарт **OIRT** (*International Organization Radio and Television*) или **МОРТ** (*Международная Организация Радиовещания и Телевидения*);
- **американский** — стандарт **FCC** (*Federal Communications Commission*) или **ФКС** (*Федеральная Комиссия Связи*);
- **английский** — стандарт **BBC-1** (*British Broadcasting Corporation*);
- **французский** — стандарт **E** (*Standard de Television en France*).

По мере внедрения вещательного телевидения в различных странах мира характеристики все более и более различаются, особенно в частотном спектре сигналов:

- по числу радиоканалов в каждом диапазоне;
- по граничным частотам радиоканала;
- по ширине боковой подавленной полосы и т.д.

В связи с этим в диапазоне МВ вещательного телевидения постепенно были утверждены 9 телевизионных стандартов, обозначенных заглавными буквами английского алфавита: **A, B, C, O, E, F, K1, M, N**. В настоящее время английский стандарт **A** (405 строк разложения изображения) заменен на стандарт **I** — 625 строк, французские стандарты **E, F** (819 строк) заменены на стандарт **L** — 625 строк, а стандарт **C** не используется.

Оставшиеся семь стандартов **B, D, I, K1, L, M, N** обозначены по международной терминологии:

- B** — западно-европейский стандарт;
- D** и **K1** — восточно-европейские;
- I** — английский;
- L** — французский;
- M** и **N** — американские.

Стандарты дециметрового диапазона

Разработка, выбор и утверждение основных характеристик и параметров стандартов вещательного телевидения **диапазона ДМВ** в ряде стран, главным образом в Европе, проводились после освоения диапазона МВ. При этом 11 — 13 телевизионных программ уже было недостаточно, когда требовалось вести передачи на нескольких десятках радиоканалов. Освоение радиоканалов диапазонов ДМВ потребовало введения единых условий для формирования новых стандартов, чтобы обеспечить минимальные различия в существующих основных характеристиках и параметрах стандартов вещательного телевидения диапазона МВ.

Были использованы два подхода к решению этой проблемы:

- максимально использовать характеристики и параметры стандартов, утвержденных в диапазоне МВ;
- разрабатывать новые стандарты только для диапазона ДМВ.

В диапазоне ДМВ были утверждены **10 телевизионных стандартов: В, D, G, H, I, K, K1, L, M, N**, из которых вновь разработаны только три: **G, H, K**. Их можно представить следующим образом:

- **В, G, H** — западно-европейские;
- **О, K, K1** — восточно-европейские;
- **I** — английский;
- **L** — французский;
- **M** и **N** — американские.

Однако по мере освоения диапазона ДМВ вырисовывался целый ряд различий в частотном спектре сигналов:

- по номинальной полосе частот ширины диапазонов;
- по числу размещения радиоканалов в каждом диапазоне;
- по значениям граничных частот радиоканала;
- по ширинам боковой подавленной полосы и т.д.

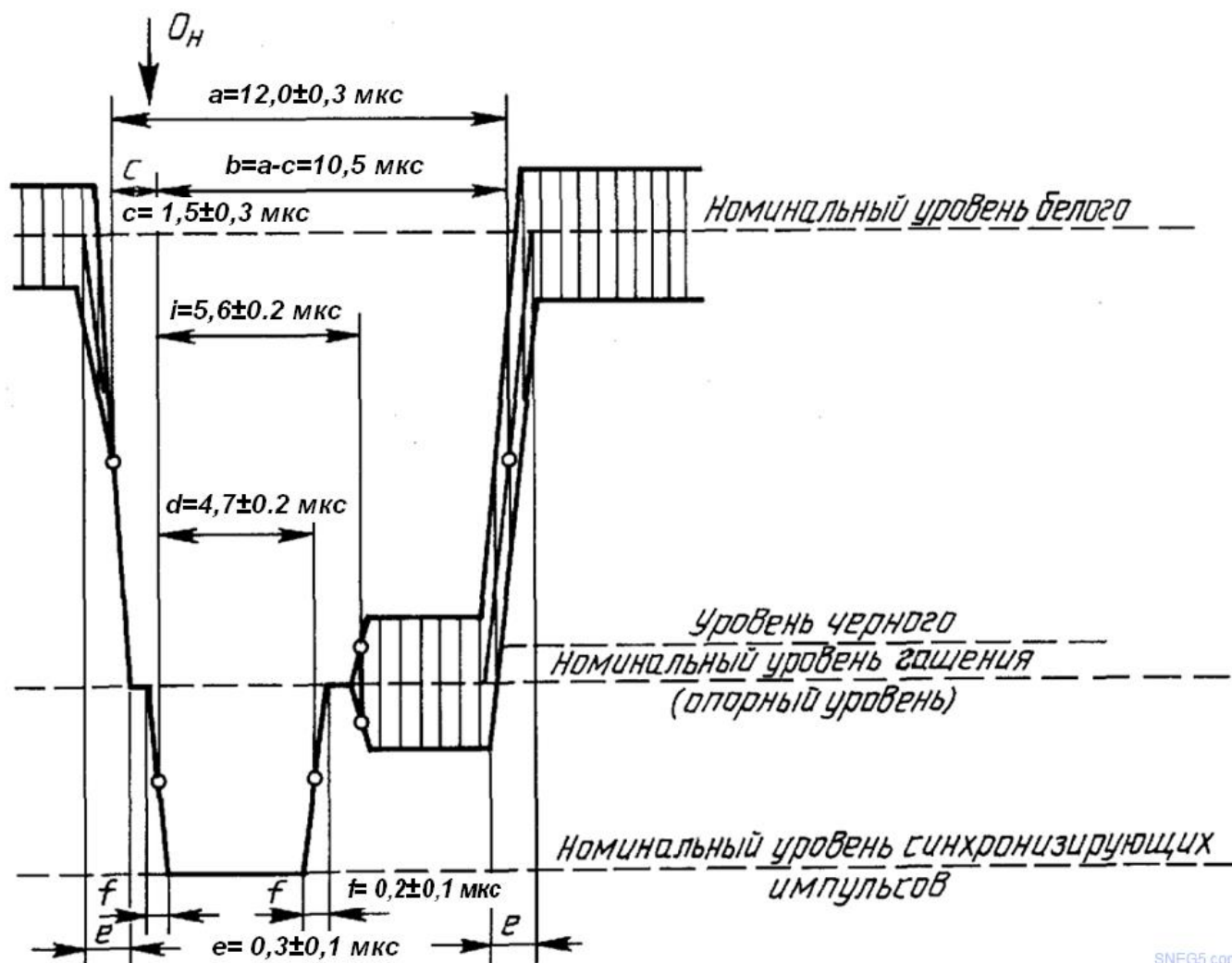
Основные параметры стандарта вещательного ТВ в России в соответствии с ГОСТ 7845-92

1. Общее число строк в кадре – 625;
2. Число кадров в секунду – 25 при чересстрочной развертке;
3. Число полукадров в секунду – 50, по 312,5 строк в каждом полукадре;
4. Формат кадра 4/3;
5. Период строчной развертки – 64 мкс ($f_{\text{стр}} = 15\,625,000 \pm 0,016$ Гц, для ч/б ТВ ± 3 Гц);
6. Длительность СГИ (время обратного хода по строке) – $12 \pm 0,3$ мкс;
7. Длительность ССИ – $4,7 \pm 0,2$ мкс ($0,07H$), где $H = 64$ мкс;
8. Период кадровой развертки – 20 мс ($f_k = 50$ Гц);
9. Длительность КГИ (время обратного хода по кадру) – $25H + 1/2H = 1632$ мкс;
10. Длительность КСИ (синхроимпульсов полей) в соответств. с ГОСТ 7845-92 — $2,5H$ 192 мкс.

Следует учитывать, что отношение сторон кадра передаваемого изображения составляет **4:3**, но пропорции экрана кинескопа составляют **5:4** для стандартного телевизионного изображения и **11:8** для кинокадра.

Распространенный в настоящее время [формат кадра с пропорциями 16:9](#) в телевидении стандартной четкости — не что иное, как **тот же аспект 4:3**, каждая сторона которого возведена в квадрат. Параметры вещательного стандарта при этом не изменяются.

Назначение составных частей полного ТВ сигнала (ПТВС)



SNEG5.com

Параметры гасящего и синхронизирующего импульсов строк согласно ГОСТ 7845-92

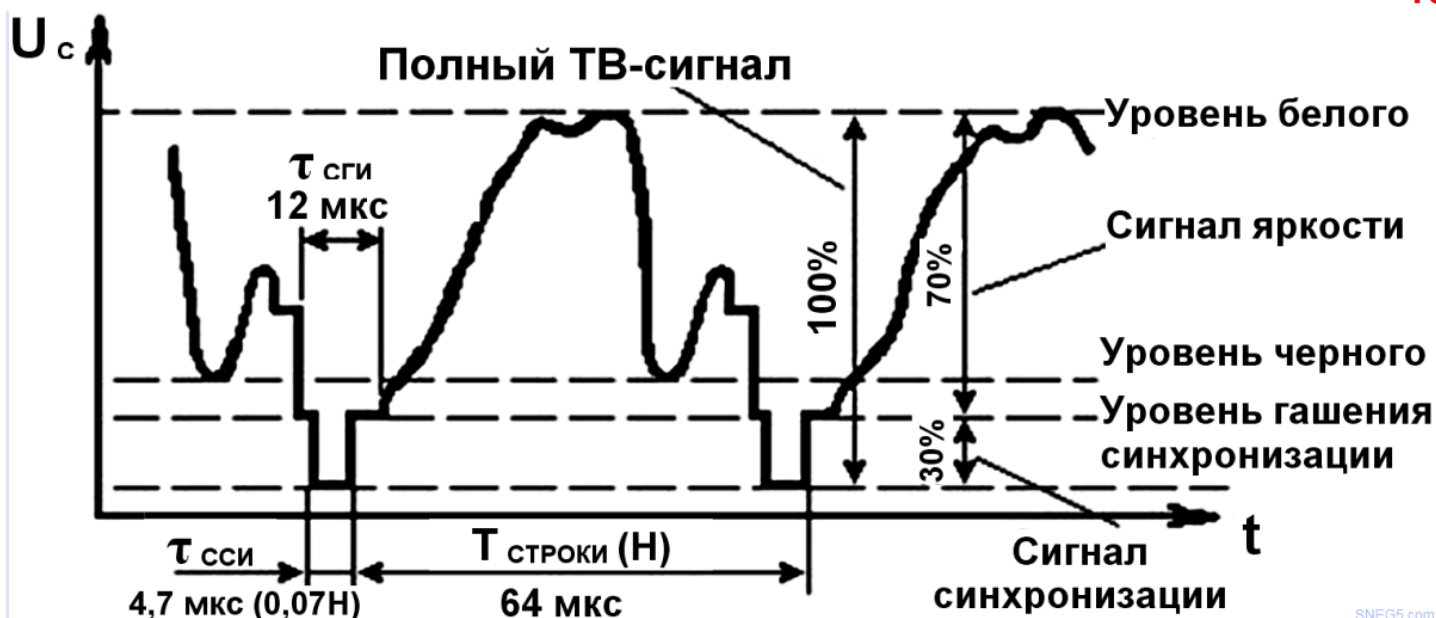
Видеосигнал несет информацию о яркостях передаваемых точек изображения – это то, что мы видим на экране телевизора.

Строчные к кадровые гасящие импульсы

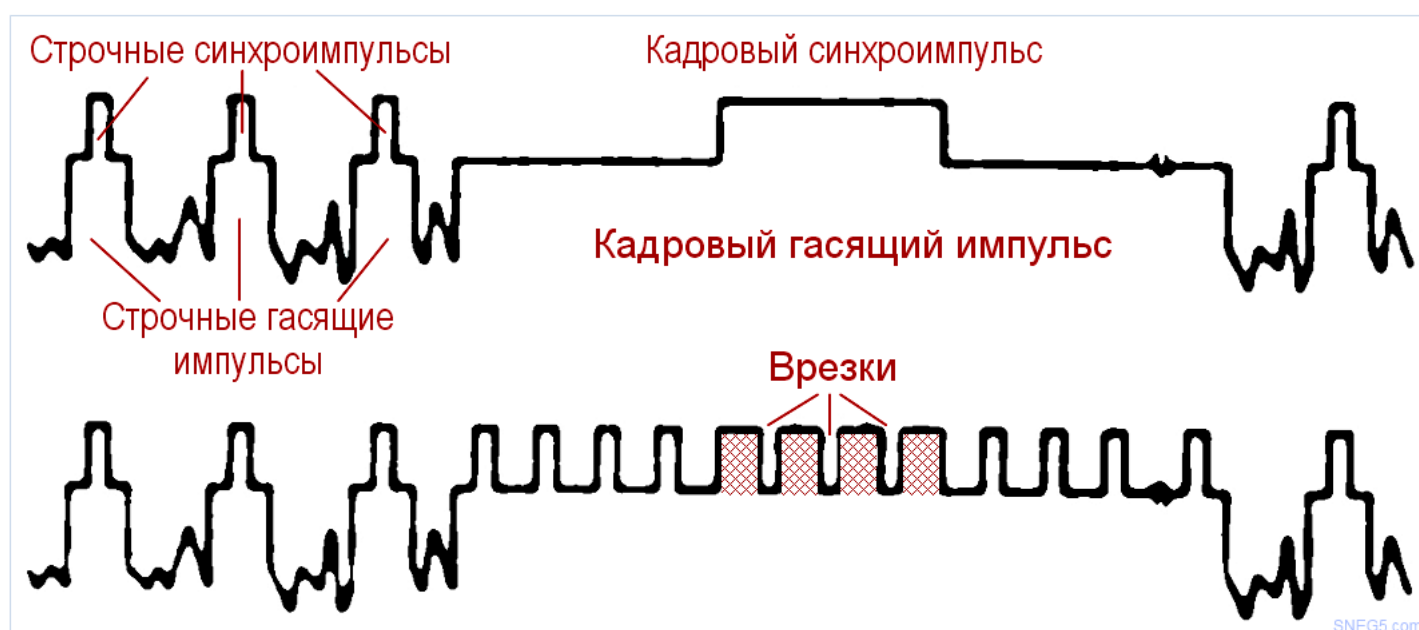
Строчные и кадровые гасящие импульсы (СГИ и КГИ) предназначены для гашения лучей передающих трубок и кинескопа на время обратного хода разверток по строкам и кадрам соответственно. Это необходимо для того, чтобы светлые линии обратного хода не создавали помех на изображении в виде ряби от горизонтальных линий строчной развертки и наклонных линий по экрану от кадровой. Гасящие импульсы передаются в конце каждой строки и полукадра на уровне черного.

Строчные и кадровые синхронизирующие импульсы

Строчные и кадровые синхронизирующие импульсы (ССИ и КСИ) предназначены для обеспечения синхронной (одновременной) работы развертывающих устройств на передающей и приемной стороне. Этим достигается привязка начала координат разверток по горизонтали и вертикали телевизора и передающего оборудования. Это очень важные составляющие ПТВС, поскольку отсутствие КСИ приведет к срыву кадровой синхронизации, где изображение будет бежать вверх или вниз, а отсутствие ССИ к срыву строчной синхронизации, где изображение будет бежать влево или вправо.



Форма ТВ сигнала за период строки



Форма ТВ сигнала за период кадра

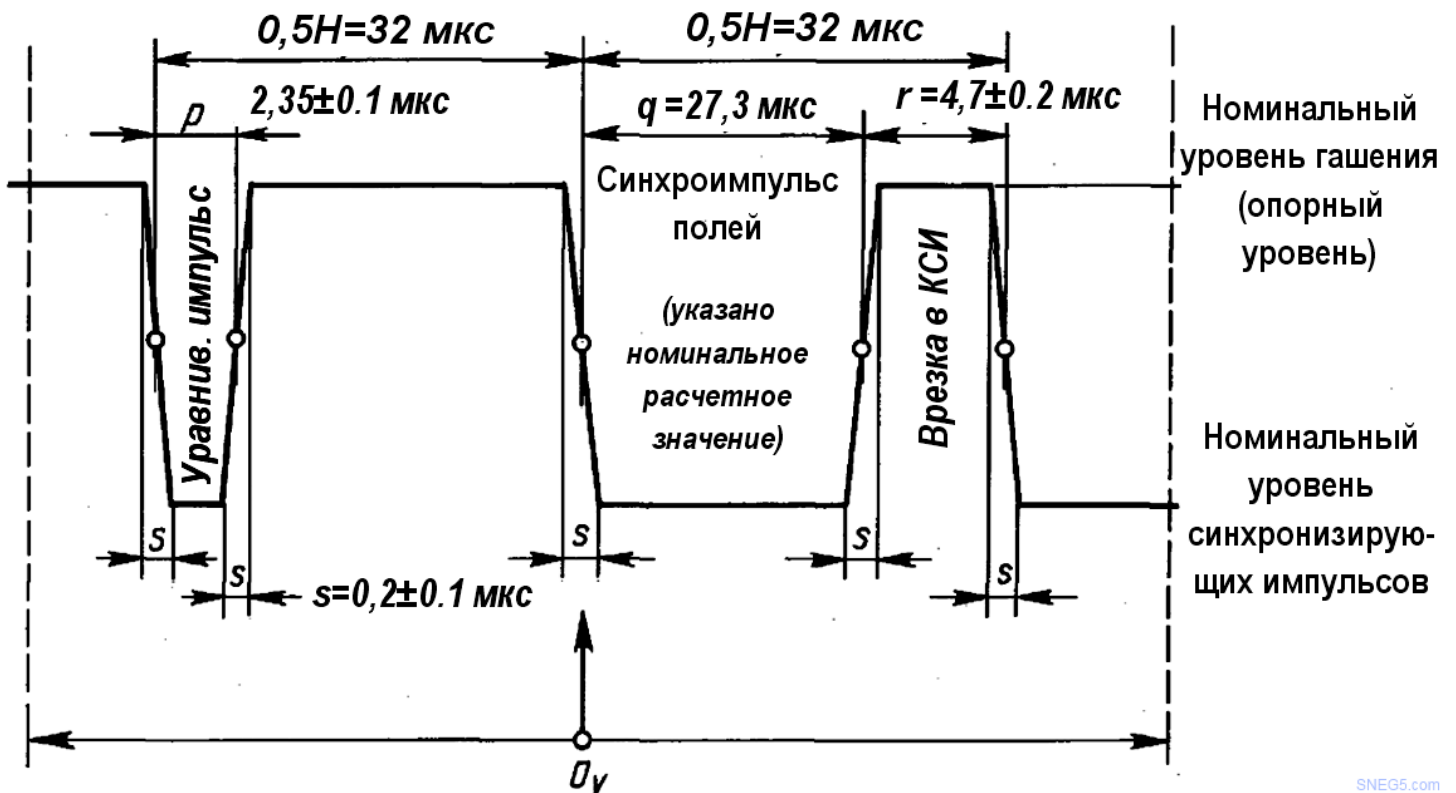
Врезки в КСИ

Врезки в КСИ обеспечивают нормальную работу строчной синхронизации во время действия КСИ. Отсутствие врезок приведет к искажению изображения в верхней части экрана за счет срыва строчной синхронизации во время действия КСИ, так как при одинаковом размахе синхроимпульсов во время действия КСИ ССИ передаваться не будут.

Уравнивающие импульсы

Уравнивающие импульсы предотвращают слипание строк четного и нечетного полукадра. Дело в том, что при чередующейся строчной развертке в каждом поле разворачивается 312,5 (целое число + половина) строк, причем, если нечетный полукадр начинается с начала строки, то четный с ее половины. При этом меняется интервал между соседними строчными и кадровыми синхроимпульсами. Кроме того, в КСИ нечетного полукадра находится 3 врезки, а в КСИ четного полукадра – 2. Для выравнивания импульсной картины в четном

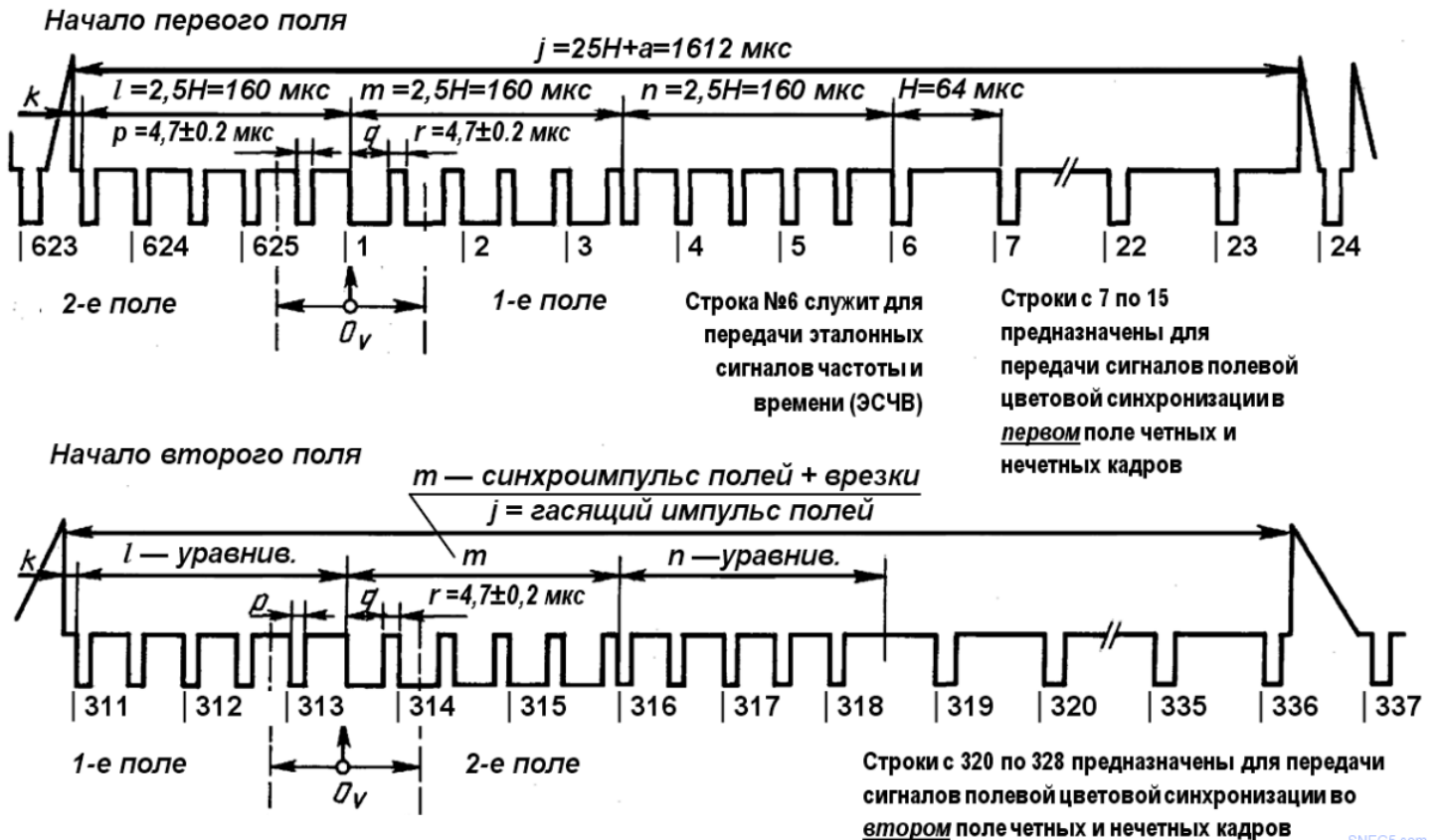
и нечетном полукадрах применяют врезки двойной строчной частоты, а также вводят специальные уравнивающие импульсы двойной строчной частоты по 5 штук до и после КСИ в соответствии с ГОСТ 7845-92. Их длительность устанавливается также вдвое меньше длительности ССИ.



Уравнивающий импульс, врезка и синхроимпульс полей согласно ГОСТ 7845-92. Сигналограмма импульсов в четном и нечетном полях

SNEG5.com

Измерительные и вспомогательные сигналы



Параметры кадрового синхроимпульса в нечетном и четном полях согласно ГОСТ 7845-92

SNEG5.com

Параметры сигналов I-IV - по ГОСТ 18471, параметры сигнала V - по приложению 1 настоящего стандарта.

Сигналы I-V вводятся в канале изображения аппаратно-студийного комплекса в строки с номерами 17, 18, 330, 331 и 16 соответственно. Эти сигналы не должны гаситься или заменяться другими в каких-либо звеньях тракта вещательного телевидения.

Строки с номерами 19, 20, 21, 329, 332, 333, 334 используются для передачи измерительных сигналов, предназначенных для контроля отдельных звеньев тракта, и дополнительной информации. При большом объеме информации, которая должна быть передана, разрешается использовать для этой цели также строки с номерами 318 и 319. Параметры дополнительных сигналов следует выбирать из условия обеспечения нормального функционирования тракта вещательного телевидения.

Строки с номерами 22 и 335 предназначены для измерения отношения сигнала к шуму.

Сигналы полевой цветовой синхронизации (SECAM)

При всем многообразии схемных решений системы цветовой синхронизации могут быть разделены на два класса: покадровые, где информация о взаимном расположении красных и синих строк извлекается из ПЦТС один раз за кадр (точнее, за поле), и построчные, где эта информация извлекается из каждой строки (точнее, из двух смежных).

Система SECAM разрабатывалась в расчете на использование покадровой синхронизации, для чего на задней полке кадрового гасящего импульса (в строках 7-15 и 320-328) предусмотрена передача девяти пакетов ЧМ колебаний с предельной девиацией 350 кГц.

Первое поле нечетного кадра.



Второе поле нечетного кадра. | 319 | 320 | 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 327 | 328 | 329 |



Первое поле четного кадра.



Второе поле четного кадра. | 319 | 320 | 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 327 | 328 | 329 |



Сигналы полевой цветовой синхронизации SECAM

Длительность каждого из этих пакетов около 57 мкс, а предельные частоты в красной и синей строках 4756,25 кГц и 3900 кГц соответственно.

Такие сигналы цветовой синхронизации после частотных детекторов декодера имеют вид последовательности из девяти видеоимпульсов определенной полярности. Частота следования этих пачек – 50 Гц. Полярность импульсов пачки будет зависеть от того, в правильной или неправильной фазе работает электронный коммутатор. Проанализировав полярность импульсов, можно определить, правильно или неправильно работает коммутатор и, если фаза неправильная, сформировать сигнал для принудительного опрокидывания триггера, подав этот сигнал на установочный вход триггера (R или S), который обычно является приоритетным.

Т.к. длительность переднего уступа на СГИ равна 1,5 мкс, длительность пакета цветовой поднесущей на задней полке СГИ получается равной 4,9 мкс. Выделив эти пакеты с помощью аналогового ключа и применив колебательный контур, настроенный на частоту какой-либо цветовой поднесущей, можно путем таких же действий, как и при покадровой синхронизации, получить сигналы с полустрочной частотой, пригодные для принудительного управления фазой работы триггера. Главным недостатком этого варианта цветовой синхронизации является малая длительность обрабатываемого пакета (радиоимпульса). Разрешение по частоте при такой длительности не обеспечивается, но различение сигналов осуществить можно.

В современных ТВ приемниках система СЦС, кроме управления фазой работы триггера, решает еще ряд задач. Прежде всего, это выключение канала цветности при отсутствии сигналов СЦС (т.е. в случае черно-белой передачи). Это позволяет исключить попадание шумов канала цветности на выход декодера. Выключение режекторного фильтра яркостного канала (в такой же ситуации) устраняет снижение четкости черно-белой передачи. В некоторых моделях телевизоров организуется также перестройка режекторного фильтра от строки к строке.

Цветовая синхронизация в системах PAL и NTSC

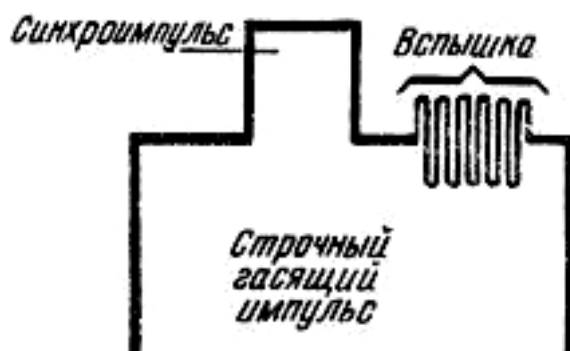
Система NTSC, разработанная в США, принята в качестве стандартной вещательной системы цветного телевидения в Канаде, Японии и ряде стран Американского континента. В этой системе, так же, как и в системе SEKAM, информация о цвете передается внутри спектра сигнала яркости на поднесущих, модулированных цветоразностными сигналами.

Различие заключается в том, что оба цветоразностных сигнала передаются одновременно, в каждой строке развертки, причем без расширения полосы частот, занимаемой сигналом цветности в спектре сигнала яркости. Это достигнуто применением квадратурной модуляции, при которой две поднесущие, модулируемые цветоразностными сигналами по амплитуде, имеют одну и ту же частоту f_c , но сдвинуты друг относительно друга по фазе на 90° .

Для возможности разделения цветоразностных сигналов, переданных методом квадратурной модуляции, в телевизионном приемнике подавленная поднесущая

восстанавливается. При этом необходимо, чтобы восстановленная поднесущая с высокой точностью совпадала с подавленной не только по частоте, но и по фазе.

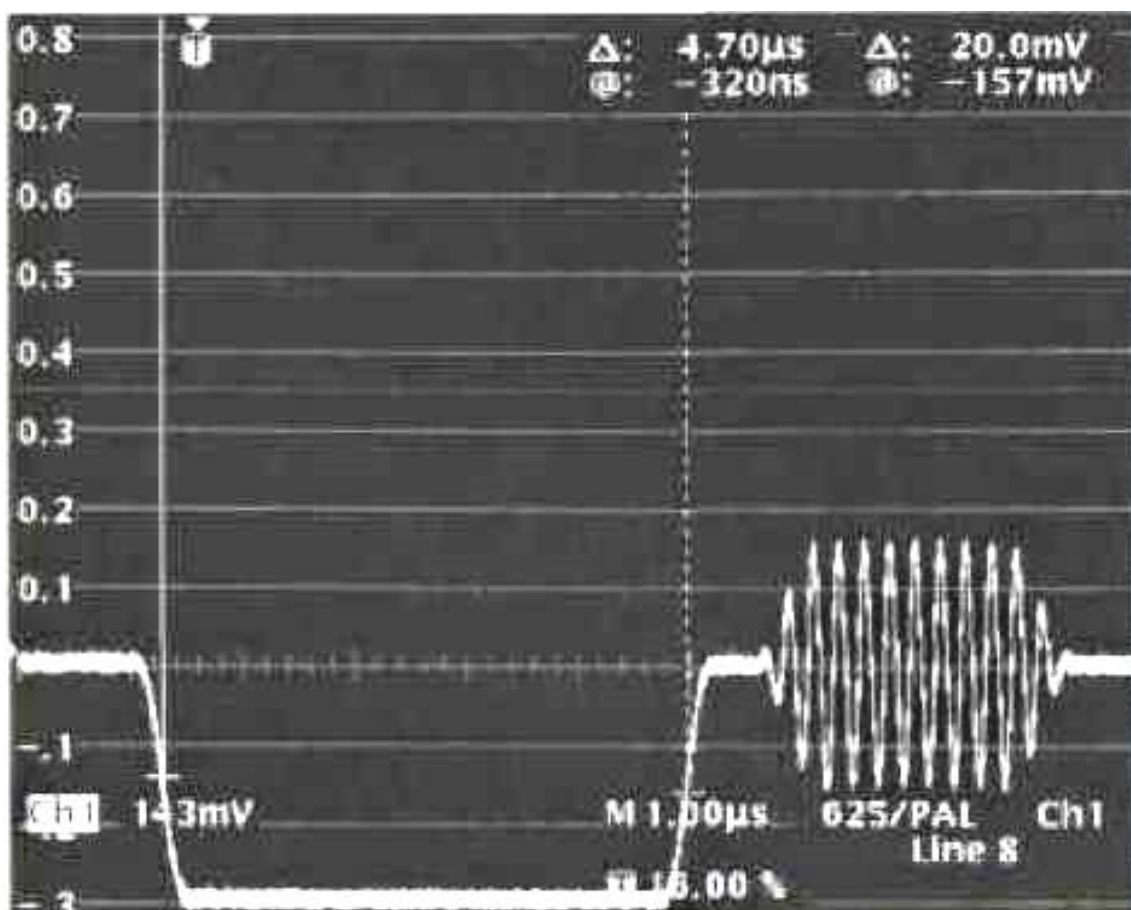
Это обеспечивается введением на телецентре в состав полного телевизионного сигнала специальных сигналов цветовой синхронизации. Они передаются во время каждого строчного гасящего импульса после синхронизирующего импульса и представляют собой пакеты («вспышки») с 8...10 периодами колебаний частоты поднесущей. Фаза этих колебаний соответствует фазе φ сигнала U_c в каждой строке развертки.



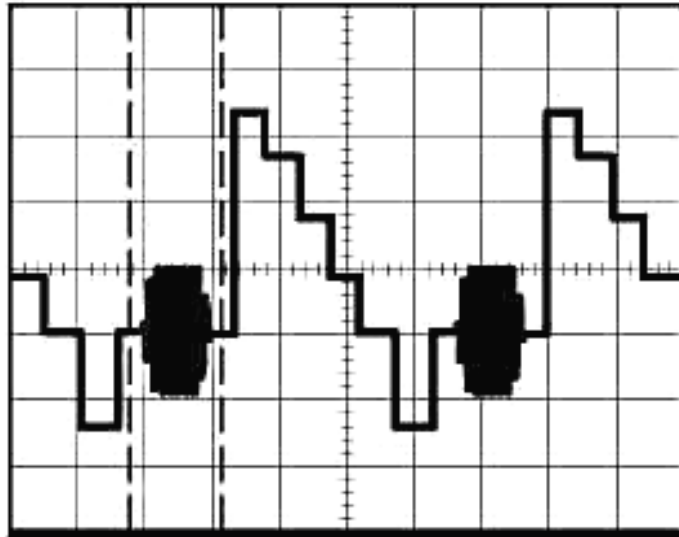
Сигналы цветовой синхронизации управляют работой синхронных детекторов, которые в приемниках системы NTSC используются для выделения цветоразностных сигналов.

Система ПАЛ, принятая в качестве стандартной вещательной системы цветного телевидения в ФРГ, Англии, Швеции, Дании, Бельгии, Норвегии, Финляндии, Голландии и некоторых других странах, аналогична системе NTSC.

В системе ПАЛ также применяется квадратурный метод модуляции поднесущей цветоразностными сигналами, но фаза одной из квадратурных составляющих изменяется от строки к строке на 180° . Это позволяет уменьшить чувствительность системы к фазовым искажениям, которые при квадратурной модуляции неизбежны и являются основным недостатком системы NTSC.



Осциллограмма выделенной строки сигнала PAL



Сигнал цветовой синхронизации в системе PAL в двух соседних строках

Сравнивая в заключение систему SECAM с системами цветного телевидения NTSC и PAL, следует сказать, что применяемая в системах NTSC и PAL квадратурная модуляция весьма чувствительна к нелинейности характеристик канала связи. Зависимость размаха сигнала цветности от уровня сигнала яркости (искажения типа «дифференциальное усиление») приводит к нарушению насыщенности что, к счастью, не очень заметно. Зависимость фазы сигнала цветности от уровня сигнала яркости (искажения типа «дифференциальная фаза») приводит к нарушению цветового тона, что гораздо заметнее, чем нарушения насыщенности. Следствие – более жесткие по сравнению с системой SECAM требования к параметрам линий связи и (в том числе) телевизионного приемника.

Система PAL по существу является усовершенствованием системы NTSC. В этой системе при передаче вращают фазу красного сигнала от строки к строке на $\pm 90^\circ$. При приеме красные сигналы соседних строк осредняются с помощью линии задержки на 64 мкс, что позволяет компенсировать фазовые сдвиги в канале связи, т.е. искажения типа «дифференциальная фаза». Искажения типа «дифференциальное усиление» не компенсируются. Данное техническое решение привело к появлению в системе PAL цветовой синхронизации, которая отсутствует в системе NTSC.

Постоянная составляющая

Постоянная или средняя (яркостная) составляющая видеосигнала возникает из-за того, что видеосигнал по своей природе сигнал не гармонически, а импульсный, и не симметричный, следовательно он имеет постоянную составляющую, которая зависит от передаваемого сюжета изображения и может меняться с частотой 2-3 Гц.

Если принять размах всего ПТВС за 100 %, то собственно сигнал изображения (видеосигнал) от уровня белого до уровня черного занимает 70 %, а сигнал синхронизации располагается ниже уровня черного на 30%, т.е. его уровень — чернее черного. Это обеспечивает их надежное отделение от сигналов изображения в приемнике.

При этом не стоит путать процентное соотношение видеосигнала с уровнями радиосигнала изображения (SECAM), которые согласно ГОСТ 7845-92 (п. 1.4.3.) составляют:

- максимальный, соответствующий уровню синхронизирующих импульсов полного цветового видеосигнала100%
- соответствующий уровню гашения ... $75 \pm 2,5\%$
- соответствующий уровню белого $15 \pm 2\%$
- минимальный (остаток несущей) $7 \pm 2\%$

Для сравнения — в системе PAL уровни в радиосигнале изображения:

- уровень синхронизации100%
- уровень гашения $75 \pm 2,5\%$
- номинальный защитный интервалот 0 до 2%
- пиковый уровень белогоот 10 до 12,5%

Выводы

Таким образом, анализируя видеосигнал, можно сделать следующие выводы:

- **он не является гармоническим колебанием, а имеет импульсный характер:** в нем могут быть резкие перепады яркостей – границы, и участки одинаковой яркости – плоские вершины импульсов;
- **исходный сигнал по своей природе униполярен** (имеет одну полярность) и содержит постоянную составляющую;
- **его можно представить как периодическую функцию** с частотами повторения f_c и f_k .

Введенные измерительные сигналы испытательных строк (I-IV) и сигнал опознавания места ввода этих сигналов (сигнал V) являются неотъемлемой частью полного (полного цветового) видеосигнала.

И, разумеется, в любой системе телевидения (NTSC, PAL, SECAM) в полной мере реализован принцип совместимости. Суть его в том, что на любом телевизионном приемнике данной системы телевидения можно смотреть программы вне зависимости от наличия в видеосигнале информации о цвете. То есть, на черно-белом телевизоре мы увидим картинку без помех и срыва синхронизации (её яркостную составляющую с полутонами), а на цветном телевизоре аналогично можем смотреть черно-белую трансляцию даже при полном отсутствии в сигнале информации о цвете.

Примерно так же реализуется совместимость при приеме телепрограмм в цифровом формате. На любом ТВ-приемнике, предназначенном для приема цифрового ТВ можно смотреть передачи в аналоговом формате, а любой телевизор (даже старый черно-белый) пригоден для приема цифрового ТВ (разумеется, при наличии дополнительного устройства).

Но об этом в следующей статье: «Цифровое телевидение в России — как оно работает».



SEO-заголовок: **«Цифровое телевидение в России — как оно работает»**

Автор: **Анатолий Белов** | Дата публикации: **13.05.2021**

URL: <https://SNEG5.com/nauka/tehnika-i-tehnologii/cifrovoe-tv.html>

Цифровое вещательное телевидение. Базовые основы



Содержание:

Цифровое вещательное телевидение. Базовые основы

1. Принципы цифрового кодирования телевизионного сигнала. Общие принципы построения системы цифрового телевидения
 - 1.1. Дискретизация
 - 1.2. Квантование телевизионного сигнала.....
 2. Международные стандарты цифрового преобразования телевизионных сигналов
 3. Преобразование звуковых сигналов в цифровую форму
 4. Способы обработки и передачи цифровых телевизионных сигналов
 5. Особенности передачи сигналов цифрового телевидения по эфирным каналам связи
 6. Концепции стандартов DVB-T и DVB-T2
 7. Задача сжатия информации и пути её решения
 8. Телевидение. Принцип получения телевизионного изображения
 9. От диска Нипкова до цифрового телевидения
 10. Общие сведения о структуре эфирного телевизионного вещания
- Источники публикации
Литература

