

ТЕМА 12

ОСНОВЫ ЧЕРНО-БЕЛОГО И ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Телевидение – это передача и прием на расстоянии изображения электрическими средствами. Слово «теле» означает «далеко» и в сложных словах указывает на отношение данных слов к дальнему расстоянию: (телефон, телеграф, телескоп) и т. д. В основе телевидения лежат три физических процесса:

- 1) преобразование оптического изображения в электрические сигналы;
- 2) передача полученных сигналов по каналам связи;
- 3) преобразование электрического сигнала в оптическое изображение.

Четкость характеризуется хорошо различимой границей раздела между светлыми и темными участками изображения. Под участками изображения может подразумеваться некоторая совокупность элементов разложения. **Контрастность** — это отношение яркости наиболее светлых к наиболее темным участкам изображения.

Принятое в результате передачи изображение воспринимается глазом человека, поэтому вся телевизионная техника, строится с учетом свойств зрения.

Основные принципы телевидения.

В современном телевидении передача изображения осуществляется по элементам. Идею передачи изображения по элементам впервые высказали Пайве и Бехметьев (1879-1880).

В телевидении используется метод последовательной передачи изображения отдельных элементов изображения. **Поочередность передачи является основным принципом телевидения.** Этот метод передачи обеспечивается разверткой луча. Использование последовательной передачи сигналов возможно потому, что скорость передачи информации в телевидении значительно больше, чем скорость передачи информации в зрительной системе.

Различают два вида развертки: **строчная**, обеспечивающая перемещение точки на экране по горизонтали, и **кадровая**, обеспечивающая перемещение точки по вертикали.

Принят следующий формат изображения на экране $X : Y = 4:3$.

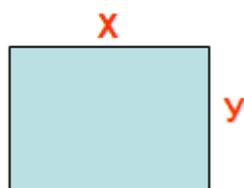


Рис.1

Благодаря строчной развертке электронный луч на экране перемещается слева направо, вычерчивая линию, которую принято называть **строкой**. На электронный луч одновременно оказывает влияние кадровая развертка, которая, перемещая луч вниз, обеспечивает укладку строк друг под другом, образуя **растр**. Совокупность всех строк, участвующих в отображении одной картинке изображения, называется **кадром**.

В результате частой смены кадров (незаметной для глаз) будет создаваться впечатление движения передаваемого изображения.

Развертка изображения. Различают два вида строчной развертки: **построчная** (прогрессивная) и **черезстрочная**. При построчной развертке электронный луч проходит все строки одна за другой, при черезстрочной вначале луч проходит поочередно все нечетные строки, а затем четные.

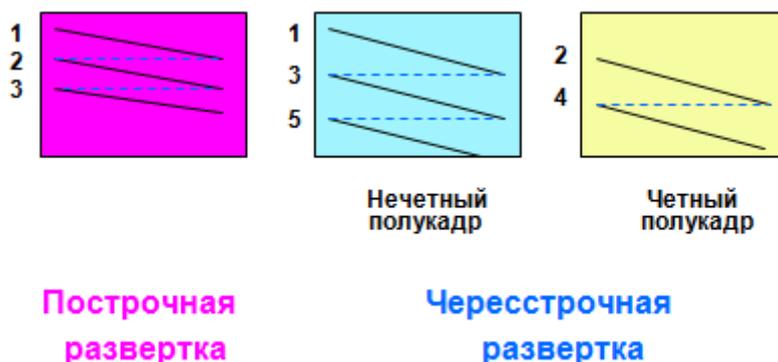


Рис.2

Частота телевизионного сигнала

Введем следующие обозначения:

z – число строк в одном кадре;

n – число кадров в секунду.

Число элементов разложения в одной строке равно

$$\frac{4}{3}z.$$

Число элементов разложения $\frac{4}{3}z^2$ в одном кадре,

а число элементов разложения, которые должны передаваться за одну секунду

$$\frac{4}{3}z^2n.$$

Частота телевизионного сигнала f будет в два раза меньше и определяться по формуле

$$f_{с.изоб} = \frac{4}{3} \cdot \frac{z^2}{2} \cdot n.$$

Для современного телевидения стандарт строк в одном кадре z составляет 625, а число кадров n за секунду для построчной развертки составляет 50, а для чересстрочной – 25. Частота телевизионного сигнала изображения для построчной развертки:

$$f_{с.изоб} = \frac{4}{3} \cdot \frac{625^2}{2} \cdot 50 \approx 12,5 \text{ МГц}$$

и для чересстрочной:

$$f_{с.изоб} = \frac{4}{3} \cdot \frac{625^2}{2} \cdot 25 \approx 6,5 \text{ МГц}.$$

ДИАПАЗОН НЕСУЩИХ ЧАСТОТ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Передача сигнала изображения осуществляется амплитудной модуляцией, а для передачи звукового сопровождения - частотная. Для осуществления амплитудной модуляции необходимо, чтобы несущая частота

$$f_{нес.изоб} = 6,5 \text{ МГц} \cdot 8 \approx 48,5 \text{ МГц}.$$

была больше модулирующей не меньше чем в 8 раз.

Другим принципом телевидения является принцип накопления заряда. Использование принципа накопления заряда позволило существенно увеличить напряжение сигнала изображения и, следовательно, повысить чувствительность передающих телевизионных трубок, что позволило передавать движущиеся изображения при небольшой освещенности.

ПЕРЕДАЮЩИЕ ТРУБКИ

Для передачи информации о яркости и цветности элементов объектов предварительно формируется сигнал изображения.

Яркость элемента объекта не может быть отрицательной. Следовательно, сигнал изображения (видеосигнал) должен быть униполярным. Когда темному элементу передаваемого изображения соответствует низкий уровень напряжения, а светлому — высокий, *сигнал изображения называют позитивным*, в обратном случае — *негативным*. Изменения сигнала возможны от уровня черного до уровня белого. Если яркость всех элементов изображения одинакова, уровень сигнала изображения не меняется.

В системах телевидения для получения сигнала изображения применяются специальные *передающие трубки*, действие которых основано на явлениях внешнего или внутреннего фотоэффекта.

ИКОНОСКОП

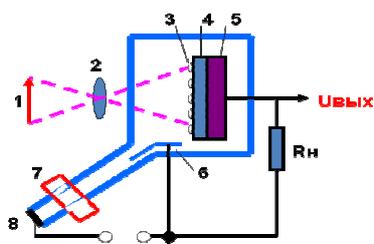


Рис.3

1 – оптическое изображение; 2 – оптическая система; 3 – крупинки серебра, покрытые цезием; 4 – слюдяная пластинка; 5 – металлическая (сигнальная) пластина; 6 – графитовый слой; 7 – отклоняющая система; 8 – катод.

ВИДИКОН



Рис.4

1 – СИГНАЛЬНАЯ ПЛАСТИНА(золото, платина или оксид олова); 2 - МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ КОЛЬЦО; 3 – ФОТОСЛОЙ (сурьма, селен и т.д.). В фотослое 3 накапливаются заряды, пропорциональные освещенности.

ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ СИГНАЛ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Для неискаженной передачи изображения необходимо осуществить синхронное и синфазное движение электронных лучей в передающей и приемной трубках. Для синхронизации движений электронных лучей используются синхронизирующие импульсы (строчные и кадровые), которые вырабатываются в передатчике и поступают в генераторы разверток передатчика; кроме того, будучи включенными в сигнал изображения, они принимаются и поступают в соответствующие генераторы разверток приемника.

Совокупность видеосигнала, гасящих, синхронизирующих импульсов строчной и кадровой развертки, а также дополнительных уравнивающих импульсов называют *полным телевизионным сигналом* (рис. 5).

При максимальном уровне телевизионного сигнала (сигнал негативный), равном единице (рис. 5), гасящим импульсам соответствует напряжение по величине несколько выше уровня «черного», а импульсам синхронизации — напряжения, по уровню равные единице («чернее черного»).

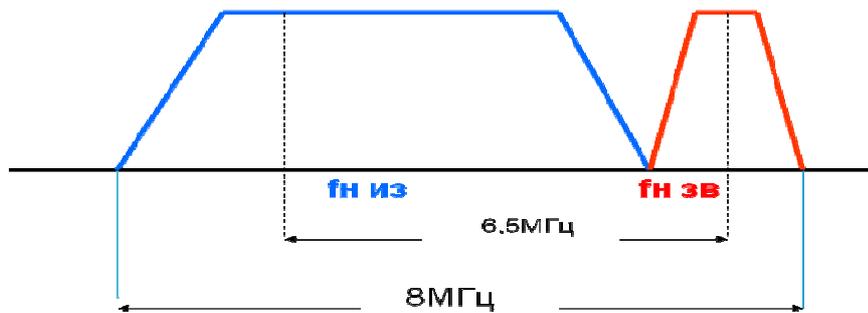


Рис.5

$0,67U$ – Уровень черного; $0,1U$ – Уровень белого.

ПОЛНЫЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ СИГНАЛ

Максимальная частота сигнала изображения составляет 6,5 МГц, боковые составляющие амплитудно-модулированных колебаний располагаются в полосе частот шириной 13 МГц.



$$f_{н\ зв} = f_{н\ из} + 6,5\text{МГц}$$

Рис.6

Для одного телевизионного канала полоса частот равна 8 МГц.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЧЕРНО-БЕЛОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ПРИЕМНИКА

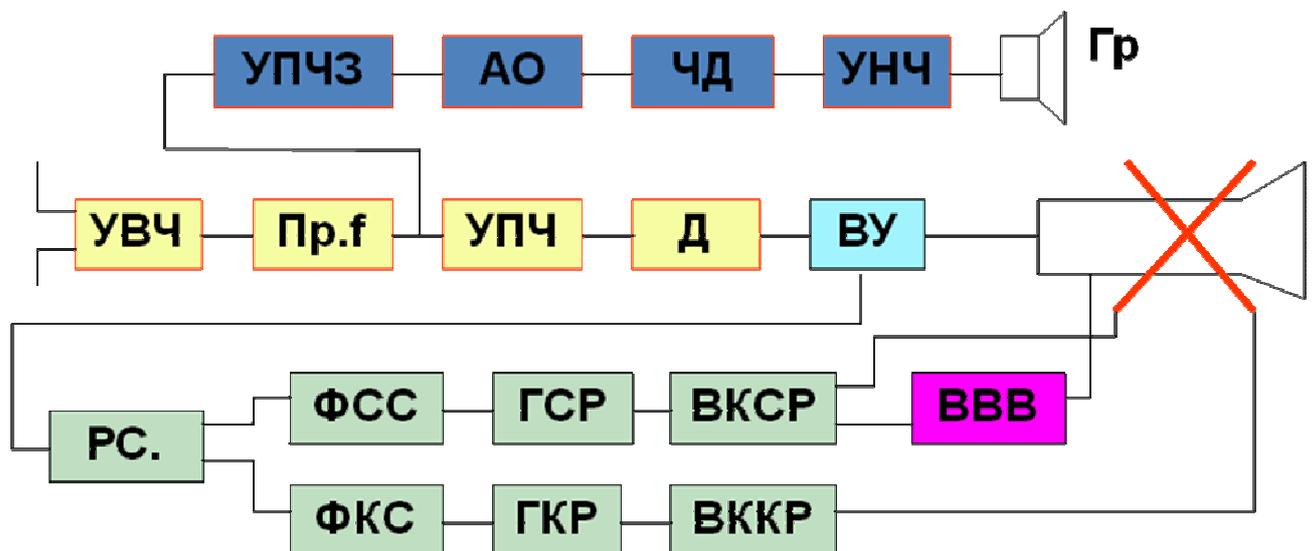


Рис.7

УВЧ – усилитель высокой частоты;
 Пр.ф – преобразователь частоты;
 УПЧ – усилитель промежуточной частоты изображения;
 Д – видеодетектор;
 ВУ – видеоусилитель;

УПЧЗ – усилитель промежуточной частоты звука;
 АО – амплитудный ограничитель;
 ЧД – частотный детектор;
 УНЧ – усилитель низкой частоты;

РС – разделитель синхроимпульсов;

ФСС – фильтр строчных синхроимпульсов;
ГСР – генератор строчной развертки;
ВКСР – выходной каскад строчной развертки;

ФКС – фильтр кадровых синхроимпульсов;
ГКР – генератор кадровой развертки;
ВКСР – выходной каскад кадровой развертки;
ВВВ – высоковольтный выпрямитель.

ЦВЕТНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Основными требованиями при создании систем цветного телевидения были:

- 1) сигнал цветного телевидения должен приниматься как цветными так и черно-белыми телевизионными приемниками;
- 2) ширина телевизионного канала не должна превышать ширину канала черно-белого телевидения, т.е. 8 МГц.

Для передачи изображения в цвете помимо яркостного сигнала (в черно-белом телевидении сигнала изображения) необходимо предавать сигналы цветности. Все цвета цветного изображения можно получить с помощью трех основных цветов: красного (U_R), зеленого (U_G) и синего (U_B).

Были разработаны три системы цветного телевидения: *NTSC* (американская), *PAL* (западногерманская) и *SEKAM* (советско-французская).

Рассмотрим, что собой представляет система **SEKAM**.

ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ЦВЕТНОСТИ

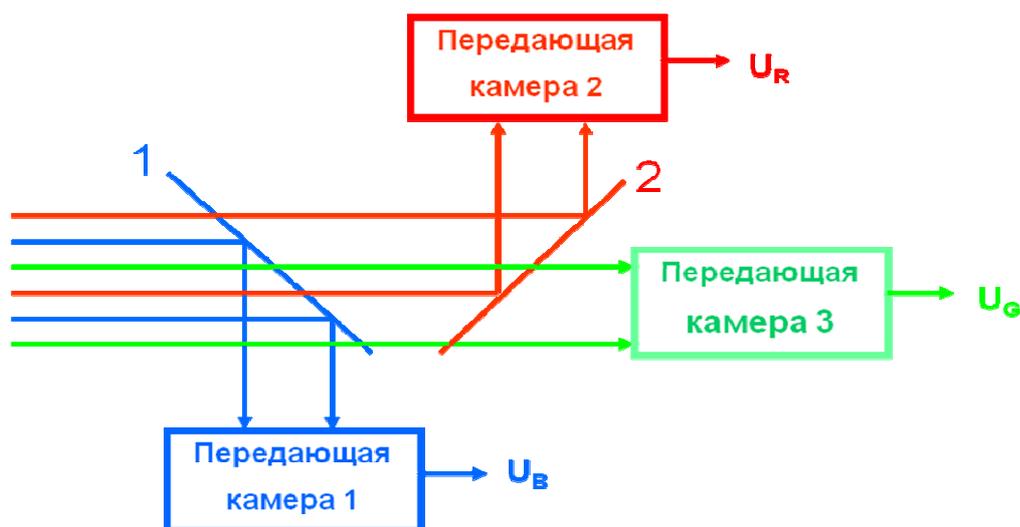
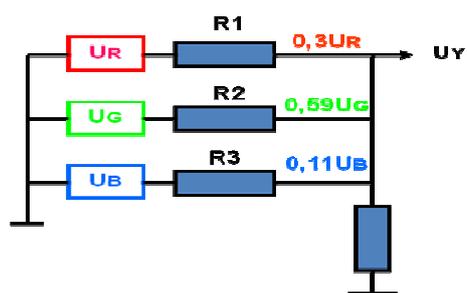


Рис.8

Яркостный сигнал



$$U_Y = 0,3U_R + 0,59U_G + 0,11U_B$$

Рис.9

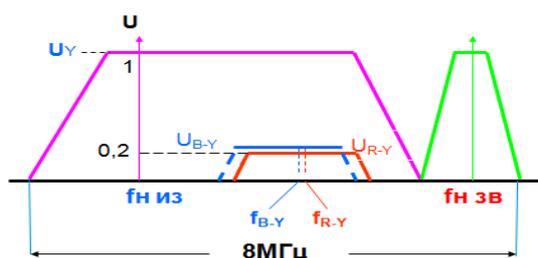
Цветоразностные сигналы

Для передачи цветного изображения во всех системах телевидения используются цветоразностные сигналы. Если у любого сигнала цветности (U_R , U_G , U_B) исключить яркостный сигнал (U_Y) получаются цветоразностные сигналы:

$$U_{R-Y} = U_R - U_Y; U_{G-Y} = U_G - U_Y; U_{B-Y} = U_B - U_Y.$$

$$U_{R-Y} + U_Y = U_R - U_Y + U_Y = U_R.$$

Поднесущие колебания



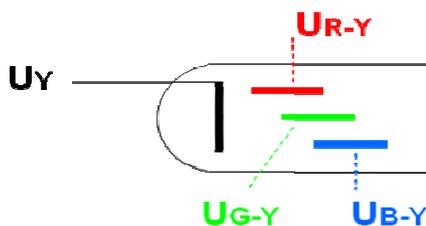
$$f_{R-Y} = 4,40625 \text{ МГц};$$

$$f_{B-Y} = 4,250 \text{ МГц}.$$

Рис. 10

Частота поднесущих колебаний для сигнала цветности U_{R-Y} выбрана равной $f_{R-Y}=4,40625$ МГц, а для сигнала U_{B-Y} — $f_{B-Y} = 4,250$ МГц.

Формирование цветного изображения



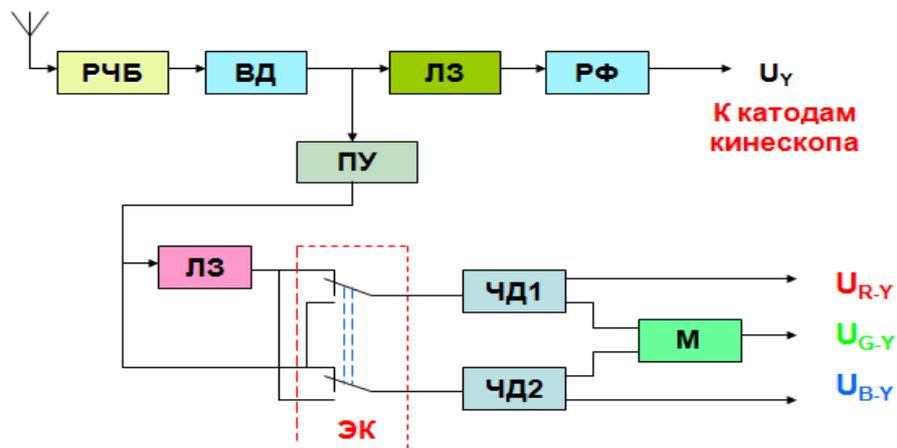
$$U_Y + U_{R-Y} = U_Y + U_R - U_Y = U_R.$$

$$U_Y + U_{B-Y} = U_Y + U_B - U_Y = U_B;$$

$$U_Y + U_{G-Y} = U_Y + U_G - U_Y = U_G.$$

Воздействие трех напряжений U_R , U_B и U_G на плотность потока электронов трех прожекторов определяют цвет триады, на которую попадают три электронных луча в данный момент времени.

Структура телевизионного приемника системы SEKAM



Время задержки коммутатора рано 64 мкс.

Рис.11

ЦВЕТНЫЕ КИНЕСКОПЫ

Для передачи цветного изображения используется кинескоп, в котором изображения формируются из трех цветов методом их пространственного смешения. В большинстве цветных кинескопов реализуется трехрастровая система, обеспечивающая формирование трех одноцветных растров — красного, зеленого и синего, совмещенных с достаточной степенью точности друг с другом. В цветном кинескопе имеется три электронных прожектора, а на экране — три разновидности люминесцирующего покрытия, свечение которых соответствует красному, зеленому и синему цветам. На рис.12 расположение прожекторов дельтаобразное — прожекторы устанавливаются в вершинах равностороннего треугольника, что определяет и расположение люминофорных зерен.

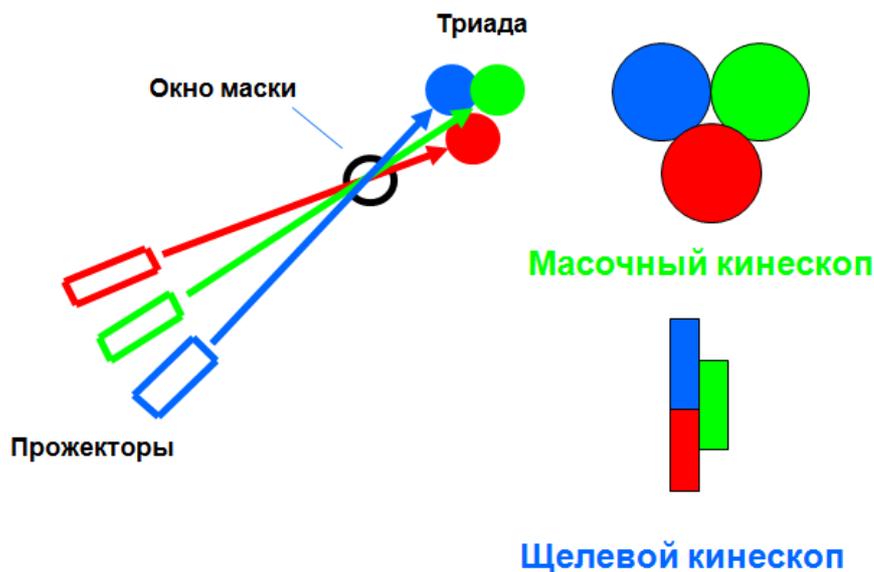


Рис.12

Более совершенными являются кинескопы с **планарным расположением трех прожекторов** и щелевой цветоуправляющей маской.

ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Выпускаемая промышленностью телевизионная аппаратура непрерывно совершенствуется. Новые модели цветных телевизоров имеют блочно-модульную конструкцию на базе интегральных микросхем.

Действующие в настоящее время телевизионные системы являются аналоговыми. Чтобы добиться ослабления шумов и помех, осуществляют переход к цифровой форме сигнала.

Разработка методов представления телевизионных сигналов в цифровой форме, их обработка, хранение и передача относятся к области техники, называемой *цифровым телевидением*.

Возможно два типа систем цифрового телевидения:

1) изображение преобразуется в цифровой сигнал, т.е. во всех звеньях тракта передачи и приема изображения информация представляется в цифровой форме. Реализация такой системы требует создания цифровых телецентров и цифровых телевизионных приемников;

2) аналоговый телевизионный сигнал преобразуется в цифровую форму с целью обработки, хранения телевизионной программы и для передачи ее по каналам связи. Затем происходит обратное преобразование сигнала. При этом используются существующие телевизионные радиостанции и имеющийся парк телевизоров.

При внедрении цифрового телевидения наблюдается два направления:

1) применение цифровых устройств в действующей системе телевидения для синхронизации источников путем промежуточного цифрового преобразования сигналов, для перехода от одного телевизионного стандарта к другому, цифровой коррекции временных искажений при

видеозаписи, фильтрации на основе цифровой памяти с целью подавления шумов;

2) разработка крупных цифровых комплексов в виде цифровых каналов связи и аппаратно-студийных комплексов.

На современном этапе развития цифрового телевидения успешно решаются задачи создания цифровых телецентров, распределения телевизионных программ в цифровом виде, обработки сигналов изображения, получаемых в приемнике в цифровой форме, и звукового сопровождения.