

Министерство образования и науки Украины
Государственный Университет Телекоммуникаций
Кафедра радиотехнологий

Лекция 5

по дисциплине: “Основы телевидения та телевизионные системы”

на тему: “Основные принципы функционирования телевизионных систем ”

Доцент Пархоменко В.Л.

Киев-2014

Содержание

- 1. Основные принципы функционирования телевизионных систем**
 - 1.1. Введение
 - 1.2. Приёмная и принимающая части ТВ-приёмника
 - 1.3. Электронно-оптические преобразователи
 - 1.3.1. Передающие телевизионные трубки
 - 1.3.2. Твердотельные преобразователи на основе ПЗС
 - 1.3.3. Конструкция цветного масочного кинескопа
 - 1.4. Особенности телевизионной развёртки
 - 1.5. Общая структурная схема телевизионной системы

1. Основные принципы функционирования телевизионных систем

1.1. Введение

Телевидение основано на принципе последовательной передачи элементов изображения с помощью радиосигнала или по проводам. Разложение изображения на элементы происходит при помощи диска Нипкова, электронно-лучевой трубки или полупроводниковой матрицы. Количество элементов изображения выбирается в соответствии с полосой пропускания радиоканала и физиологическими критериями. Для сужения полосы передаваемых частот и уменьшения заметности мерцания экрана телевизора применяют чересстрочную развёртку. Также она позволяет увеличить плавность передачи движения.

Телевизионный тракт в общем виде включает в себя следующие устройства:

1. Телевизионная передающая камера. Служит для преобразования изображения, получаемого при помощи объектива на мишени передающей трубки или полупроводниковой матрицы, в телевизионный видеосигнал.
2. Телекинопроектор. Преобразует изображение и звук на киноплёнке в телевизионный сигнал, и позволяет демонстрировать кинофильмы по телевидению.
3. Видеомагнитофон. Записывает и в нужный момент воспроизводит видеосигнал, сформированный передающей камерой или телекинопроектором.
4. Видеомикшер. Позволяет переключаться между несколькими источниками изображения: камерами, видеомагнитофонами и другими.
5. Передатчик. Несущий сигнал высокой частоты модулируется телевизионным сигналом и передается по радио или по проводам.
6. Приёмник — телевизор. С помощью синхроимпульсов, содержащихся в видеосигнале, телевизионное изображение воспроизводится на экране приемника (кинескоп, ЖК-дисплей, плазменная панель).

Кроме того, для создания телевизионной передачи используется звуковой тракт, аналогичный тракту радиопередачи. Звук передаётся на отдельной частоте обычно при помощи частотной модуляции, по технологии, аналогичной FM-радиостанциям. В цифровом телевидении звуковое сопровождение, часто многоканальное, передаётся в общем с изображением потоке данных.

1.2. Передающая и принимающая части ТВ-приёмника

Современная ТВ система (рис.1) состоит из двух частей: передающей и приемной, соединенных линией связи. В передающей части системы изображение наблюдаемого объекта с помощью объектива 2 проецируется на передающую трубку 3, находящуюся в передающей ТВ камере 1.

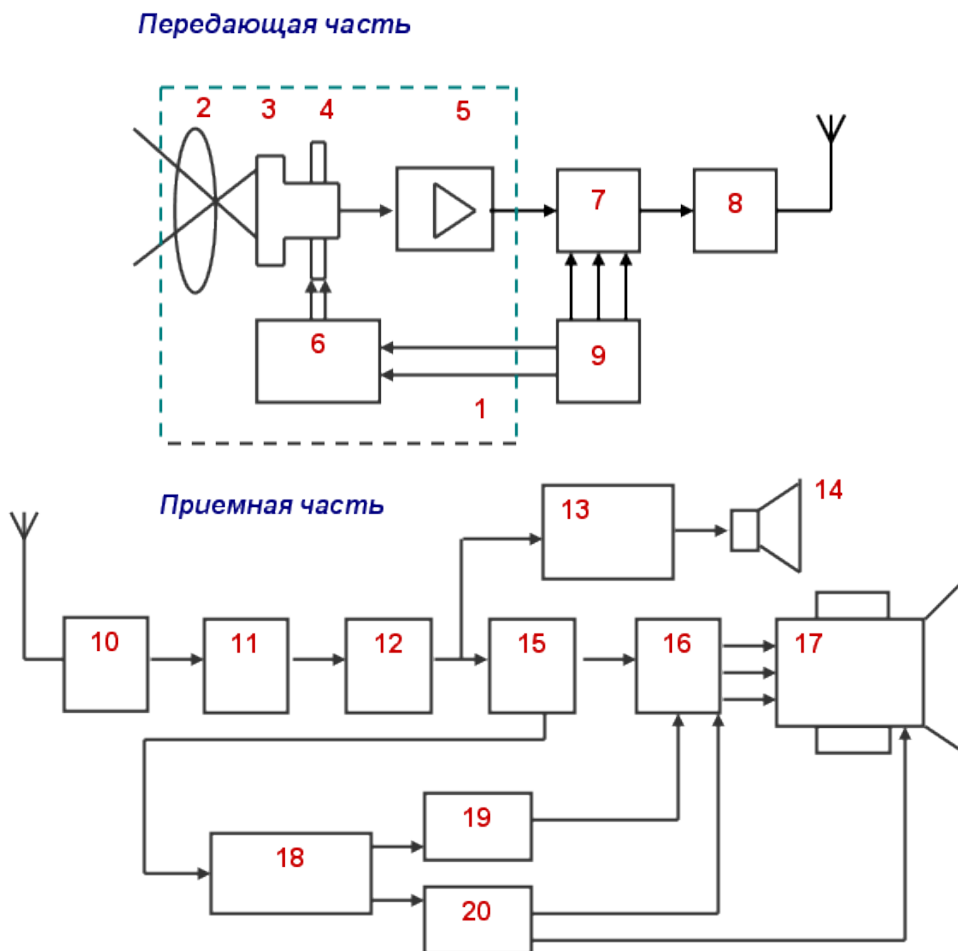


Рис. 1. Структурная схема ТВ системы.

Передающая трубка в процессе развертки формирует видеосигнал, который после предварительного усиления в усилителе ТВ камеры 5 поступает в ТВ канал 7. Для ТВ развертки на отклоняющую систему 4 передающей трубки подаются электрические сигналы пилообразной формы строчной частоты и частоты полей. Эти сигналы вырабатываются в блоке разверток 6 передающей камеры. В ТВ канале происходит дальнейшее усиление видеосигнала, коррекция его искажений и формирование полного ТВ сигнала, для чего в видеосигнал замешиваются гасящие и СИ строк и полей. Эти импульсы заводятся в ТВ канал от специального генератора импульсов – синхрогенератора 9. Синхрогенератор вырабатывает импульсы, необходимые для работы всей ТВ системы, и обеспечивает строгое соотношение частот между ними.

Вырабатываемые синхронизатором СИ обеспечивают синхронность и синфазность разверток приемной и передающей трубок. Поскольку блок разверток передающей трубки находится непосредственно в передающей камере, то КСИ и ССИ отдельно подводятся к соответствующим генераторам блока разверток непосредственно от синхронизатора. Необходимая для синхронизации блока разверток приемной трубки смесь синхроимпульсов передается вместе с видеосигналом.

Сформированный и усиленный полный ТВ сигнал поступает на модулятор радиопередатчика 8, где модулирует его несущую частоту, а затем в виде высокочастотных колебаний поступает в передающую антенну.

Принятые приемной антенной радиосигналы непосредственно поступают в ТВ приемник. Современные ТВ приемники строятся только по супергетеродинной схеме. В телевизорах применяется совместное усиление высокочастотным трактом сигналов изображения и звукового сопровождения с последующим их разделением и дополнительным усилением. В зависимости от точки разделения сигналов усилительный тракт ТВ приемника строится по одному из двух вариантов, называемых одноканальным и двухканальным.

Одноканальная схема предполагает общее усиление на промежуточной частоте ТВ сигнала и сигнала звукового сопровождения (см. рис. 4). Поэтому в высокочастотной части телевизора 10 осуществляются выбор соответствующего канала, предварительное усиление радиосигналов и их частотное преобразование в промежуточные частоты изображения (38 МГц) и звукового сопровождения (31,5 МГц). Оба сигнала после преобразования усиливаются одним многокаскадным усилителем промежуточной частоты 11, который имеет достаточно широкую полосу пропускания, а затем детектируются амплитудным детектором 12. Видеодетектор представляет собой нелинейный элемент и выполняет функцию простейшего преобразователя. Поэтому на его входе, кроме видеоспектра, образуется также сигнал частоты биений между промежуточными несущими частотами, изображения и звука. Разностный сигнал с частотой $f_{пч\ из} - f_{пч\ зв} = 38 - 31,5$ МГц модулирован по частоте и амплитуде. Полезная информация, соответствующая сигналу звукового сопровождения, определяется ЧМ сигнала разностной частоты.

Основное преимущество одноканальной схемы ТВ приемника состоит не только в отсутствии необходимости иметь отдельные гетеродины и смесители для сигналов изображения и звука, но и в том, что отсутствует нестабильность настройки сигнала звукового сопровождения, связанная с изменением частоты гетеродина в блоке 10. В данном случае отклонение частоты генератора высокочастотного блока телевизора от номинала приводит к равному изменению промежуточных частот видеосигнала и сигнала звука, а разностная частота, равная 6,5 МГц, остается неизменной.

На разностную частоту настроены усилитель промежуточной частоты звука, амплитудный ограничитель и частотный детектор, входящие в канал звукового сопровождения 13. Кроме того, в блок 13 входит усилитель низкой частоты, с выхода которого усиленный сигнал звуковой частоты подается на акустическую систему 14. Усиленный видеоусилителем 15 полный ТВ сигнал подается на блок цветности 16, в котором формируются видеосигналы основных цветов, подводимые к цветному кинескопу 17.

С выхода видеоусилителя сигнал поступает также в канал синхронизации 18, в котором обеспечивается отделение синхроимпульсов от видеосигнала и разделение ССИ и КСИ. Далее эти импульсы синхронизируют задающие генераторы блоков кадровой 19 и строчной 20 разверток электронных лучей кинескопа соответственно. Формируемые генераторами разверток отклоняющие токи подаются на отклоняющую систему кинескопа. Кроме того, выходной каскад генератора строчной развертки одновременно служит источником высокого напряжения для питания кинескопа, которое получается путем выпрямления импульсов строчной частоты, образуемых в обмотке автотрансформатора этого каскада. В современных ТВ приемниках используются автоматические регулировки ряда параметров, например яркости, размера раstra. Блоки 10, 11 приемника, как правило, охвачены схемой АРУ, обеспечивающей поддержание выходного уровня видеосигнала как при переходе приема с одной программы на другую, так и при изменении условий распространения радиоволн и других факторов, влияющих на величину видеосигнала.

Современное цветное телевидение базируется на теории трехкомпонентного цветового зрения, из которой следует, что смешением трех основных спектральных цветов, взятых в определенных пропорциях, можно получить все возможные цвета. При этом основные цвета должны быть линейно-независимыми, т.е. ни один из них не может быть получен путем смешения двух других. В качестве основных обычно берутся следующие цвета монохроматического излучения: красный (R) с длиной волны 700,1 нм, зеленый (G) с длиной волны 546,1 нм, синий (B) с длиной волны 435,8 нм. Например, равноэнергетический белый цвет можно получить смешением в равной пропорции основных цветов R, G, B.

1.3. Электронно-оптические преобразователи

1.3.1. Передающие телевизионные трубки

На передающей стороне ТВ системы необходимо преобразовать оптическое изображение передаваемого объекта в ТВ сигнал. Подобное преобразование можно осуществлять как с помощью электронно-лучевых (вакуумных), так и твердотельных преобразователей. Вакуумные преобразователи (передающие трубки) по виду используемого в них фотоэффекта классифицируются на две

группы: с внешним и внутренним фотоэффектом. В настоящее время в большинстве ТВ камер применяются передающие трубки с внутренним фотоэффектом видиконной конструкции (видикон, плюмбикон, сатикон, кремникон и др.), отличающиеся только составом фотопроводящей мишени, а также твердотельные матрицы на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС).

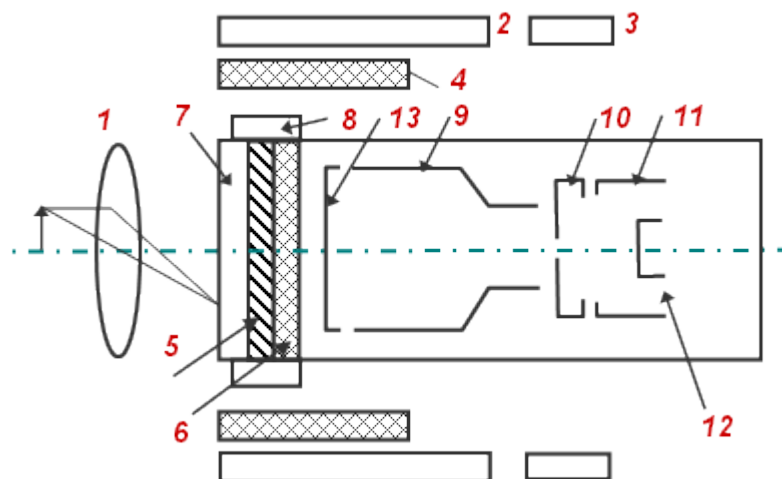


Рис. 2. Конструкция передающей трубки видикон типа ММ.

Для примера на рис.2 показано устройство типовой передающей трубки с фотопроводящей мишенью, магнитной фокусировкой и магнитным отклонением. Объектив 1 проецирует оптически сфокусированное изображение передаваемого объекта на фотопроводящий слой 6, нанесенный на сигнальную пластину 5, которая напылена на планшайбу 7. Сигнальная пластина электрически соединена с кольцевым выводом 8. Электронно-оптическая система передающей трубки состоит из катода 12, модулятора 11, первого анода 10, второго анода 9 и выравнивающей сетки 13. Электронный луч фокусируется катушкой 2, а отклоняется горизонтальными и вертикальными катушками отклонения 4. Назначение корректирующей катушки 3 сводится в основном к компенсации погрешностей, вносимых магнитной и электронно-оптической системами. Модулятор 11 предназначен для регулировки тока электронного луча, а первый и второй аноды – для его формирования. Магнитное поле катушки 2 фокусирует электронный луч в плоскости мишени. Перед мишенью установлена выравнивающая сетка. Между мишенью и сеткой создается однородное тормозящее поле по всей сканируемой площади фоточувствительного слоя, что позволяет сохранить фокусировку луча и равномерность сигнала по полю изображения.

При работе трубки в режиме медленных электронов на сигнальной пластине устанавливается напряжение в пределах от 10 до 30 В по отношению к катоду. На катоде – нулевой потенциал, а на анод подается напряжение около 300 В. Рассмотрим действие трубки при развертке медленным электронным лучом.

В процессе развертки на внутренней поверхности фотопроводника (обращенной к электронному лучу) создается потенциал, близкий к потенциалу катода.

Вследствие этого между противоположными поверхностями фотопроводящего слоя устанавливается разность потенциалов. После ухода луча с рассматриваемой точки потенциал внутренней поверхности мишени растет, так как элементарная емкость каждого из участков фотопроводника разряжается через поперечное сопротивление слоя. При проецировании изображения на мишень проводимость различно освещенных участков фотослоя будет неодинаковой. В фотопроводнике возникает "рельеф проводимости", соответствующий рельефу яркости пере даваемой сцены. Поэтому в течение времени кадра каждая из элементарных емкостей в зависимости от ее освещенности разряжается по-разному.

В результате к концу кадра на стороне мишени, обращенной к лучу, возникает потенциальный рельеф. При развертке электронный луч, доведя поверхность всех участков мишени до одинакового потенциала, теряет на освещенных участках фотослоя большее количество электронов, чем на затемненных. При этом токи дозаряда элементарных емкостей несут в себе информацию о распределении освещенностей на фотомишени. Протекая через нагрузочное сопротивление, они создают напряжение видеосигнала, который содержит информацию о средней яркости изображения.

Первым практически разработанным преобразователем свет-сигнал с внутренним фотоэффектом была малогабаритная передающая трубка видикон, в которой применялась фотопроводящая мишень, изготовленная из стибнита (трехсернистая сурьма – Sb_2S_3).

Применение в видиконе светочувствительного фотодиодного слоя, представляющего собой pin – структуру на основе пористой пленки монооксида свинца, позволило создать передающую трубку плюмбикон. Трубку данного типа иногда еще называют леддикон, глетиконом. По сравнению с видиконом плюмбикон имеет следующие особенности: меньшая инерционность сигнала (остаточный сигнал составляет не более 5 % основного сигнала через 60 мс после прекращения освещения); темновой ток примерно в 100 раз меньше тока сигнала, что позволяет обеспечивать хорошую равномерность сигнала по всему полю изображения; высокая стабильность световой характеристики при достаточно хорошей ее линейности.

Видиконную конструкцию имеет передающая трубка кремникон, мишень которой дискретна и представляет собой упорядоченную фотодиодную матрицу, выполненную по планарной технологии. Кремникины в сравнении с плюмбиконами имеют более высокую чувствительность, больший световой динамический диапазон, требуемую спектральную характеристику чувствительности и повышенную температурную стойкость мишени. Фотопроводящий слой кремникона представляет собой аморфную среду в

виде халькогенидного стекла, состоящего из селена, легированного мышьяком и теллуrom. Применяемый фотопроводник имеет структуру, названную гетеропереходом, благодаря которой обеспечивается высокое разрешение. Спектральная характеристика сатикона позволяет использовать его в цветных передающих камерах без каких-либо ограничений.

В настоящее время в большинстве конструкций вещательных телекамер в основном используются передающие трубки типа плюмбикон и сатикон, в телекамерах прикладного и бытового назначения – плюмбикон, видикон, кремникон.

1.3.2. Твердотельные преобразователи на основе ПЗС

Матричные твердотельные преобразователи свет-сигнал обеспечивают электронную развертку по обеим осям. Они представляют собой двумерную матрицу светочувствительных элементов, в которых накапливаются и переносятся заряды. ПЗС матрицы можно классифицировать на приборы с кадровым (рис. 3, а), строчным и строчно-кадровым переносом за рядов (см. рис.3, б). Приборы с кадровым переносом зарядов состоят из секций накопления и хранения и выходного регистра. При подаче напряжений в определенных фазах под электродами в светочувствительной секции накапливаются заряды, пропорциональные падающему световому потоку.

В течение длительности КГИ при подаче импульсов переноса все накопленные заряды быстро сдвигаются из секции накопления в экранированную от света секцию памяти, откуда построчно выводятся в выходной регистр во время действия СГИ, а затем последовательно считываются во время активной части строки. В ПЗС с кадровым переносом зарядов может применяться двух-, трех- или четырех фазная система электродов. Благодаря чересстрочной организации считывания удается удвоить число строк на изображении по сравнению с числом элементов по вертикали.

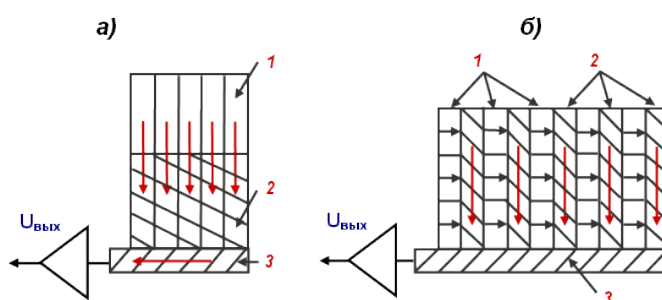


Рис. 3. Конструкция твердотельных матричных преобразователей ПЗС типа.

а) устройство с кадровым переносом зарядов;

б) устройство со строчно-кадровым переносом зарядов;

1 - секция накопления; 2 - регистры памяти; 3 - выходной регистр.

Для осуществления чересстрочной развертки наиболее удобны двух- и четырехфазные системы электродов. Серьезным недостатком ПЗС с

кадровым переносом является довольно сильный эффект смаза – появление вертикальных светлых столбов от ярких участков на изображении.

Чтобы исключить смаз, следует перекрыть световой поток в интервале КГИ, когда заряды переносятся в секцию хранения. Для этого в телекамерах, где применяется ПЗС с кадровым переносом, устанавливается механический обтюратор. В матрицах со строчным переносом зарядов секция хранения зарядов размещена внутри секции накопления так, что столбцы светочувствительных элементов разделены столбцами вертикальных регистров сдвига. Поэтому заряды из секции светочувствительных элементов попадают в регистр сдвига за очень короткое время. В итоге эффект смаза в матрицах со строчным переносом оказывается существенно меньшим, чем в матрицах с кадровым переносом. В телекамерах бытового и прикладного назначения такой уровень смаза приемлем, поэтому ПЗС матрицы со строчным переносом используются в подобных устройствах. Для ТВ вещания уровень смаза, характерный для матриц со строчным переносом, в ряде случаев неприемлем, если не принять меры по его снижению.

Компромисс был найден – к матрице со строчным переносом была добавлена секция хранения, подобная используемой в матрицах с кадровым переносом. В этих матрицах эффект смаза снижен до тысячной доли процента и практически незаметен.

В ПЗС со строчно-кадровым переносом зарядов (см. рис. 3, б) светочувствительные ячейки секции накопления примыкают в каждом столбце к вертикальному регистру сдвига, закрытому непрозрачным экраном. Заряды, накопленные в светочувствительных ячейках, при подаче отпирающего напряжения на фотозатвор в течение части КГИ быстро сдвигаются (четные строки в первом поле, нечетные – во втором) в вертикальные регистры и затем во время обратного хода строчной развертки периодически перемещаются вдоль вертикального регистра на один такт, попадая в горизонтальный регистр, который выполнен так же, как и в ПЗС с кадровым переносом зарядов. Преимуществом матриц со строчно-кадровым переносом зарядов (см. рис. 3, б), по сравнению с матрицами с кадровым переносом (см. рис. 3, а), является отсутствие секции памяти, более высокая разрешающая способность по вертикали, более точная чересстрочность развертки, а также более простое устройство стока избыточных зарядов. В то же время конструкция ПЗС со строчно-кадровым переносом, как правило, сложнее, чем ПЗС с кадровым переносом, а светочувствительная поверхность у них меньше, так как вертикальные регистры, находящиеся в поле изображения, экранируются для предотвращения попадания света. По этой причине в ПЗС с кадровым переносом удается разместить по горизонтали в 1,5-2 раза большее число элементов, чем в ПЗС со строчно-кадровым переносом.

Для получения видеосигналов трех основных цветов в современных цветных передающих камерах, как правило, используются три однотипные трубки или твердотельные матрицы с цветоделительной системой, которая из многоцветного изображения объекта формирует три одноцветных изображения.

1.3.3. Конструкция цветного масочного кинескопа

Конечным звеном ТВ системы является преобразователь видеосигнала в оптическое изображение. В большинстве случаев ТВ изображения воспроизводят при помощи электронно-лучевых трубок с люминесцирующими экранами. Такие трубки принято называть приемными или кинескопами. В кинескопах цветного ТВ используется трехрастровая система, при которой на экране формируются три одноцветных раstra – R , G , B , совмещенные с достаточной степенью точности друг с другом. Трехрастровая система предполагает наличие в кинескопе трех электронных прожекторов, формирующих три электронных луча, и трех люминофорных групп, спектральное излучение которых соответствует основным цветам. Разделение одноцветных изображений, т.е. обеспечение правильного попадания каждого из электронных лучей на люминофорные элементы экрана "своего" цвета, обеспечивается с помощью теневой маски. Такие кинескопы называются масочными.

Основные физические принципы работы и конструктивные особенности кинескопов любого типа заключаются в следующем. Электронные прожекторы и люминесцирующий экран помещаются в стеклянную колбу, из которой откачан воздух до получения высокого вакуума. Причем люминесцирующий экран наносится на внутреннюю поверхность переднего стекла колбы кинескопа. Отклонение электронных лучей осуществляется отклоняющими катушками, надеваемыми на горловину трубки. Каждый электронный прожектор кинескопа состоит из подогретого катода с нитью накала, управляющего электрода или модулятора и первого анода. Электростатическая фокусировка электронных лучей осуществляется электрическими полями дополнительных электродов, помещаемых в горловину трубки.

Электронные лучи под действием сильного ускоряющего электрического поля бомбардируют люминесцирующий экран, который начинает светиться под действием бомбардировки. Магнитное поле отклоняющих катушек заставляет электронные лучи перемещаться по экрану трубки в горизонтальном и вертикальном направлениях, в результате чего на экране образуются раstra одноцветных изображений в виде совокупности отдельных сфокусированных строк. Если на управляющие электроды кинескопа подать видеосигналы основных цветов E_r , E_g , E_b , которые будут из менять количество электронов в соответствующих электронных лучах, то на экране кинескопа появится цветное изображение, полностью соответствующее объекту наблюдения.

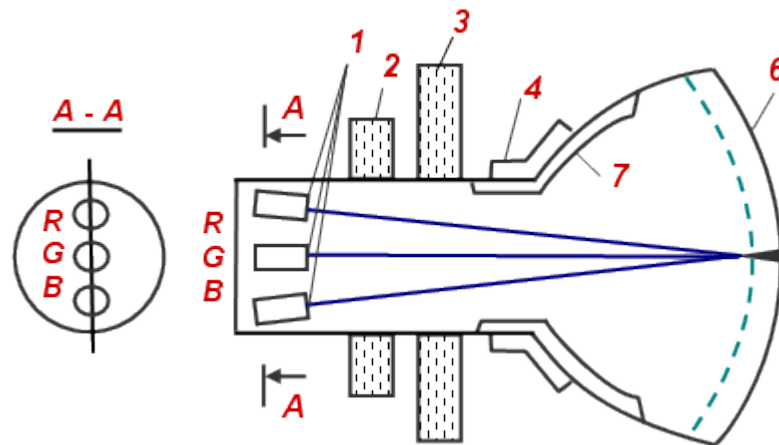


Рис. 4. Конструкция цветного масочного кинескопа компланарного типа.

Наибольшее применение получили масочные кинескопы компланарного типа (с самосведением электронных лучей) (рис. 4), в которых электронные прожекторы расположены в горизонтальной плоскости, щелевая маска 5 имеет вертикальные прорезы (рис. 5), а люминофорное покрытие 6 представляет собой совокупность линейчатых вертикальных полосок трехцветных люминофоров (рис. 5а).

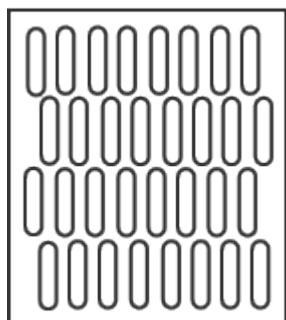


Рис. 5. Щелевая маска.

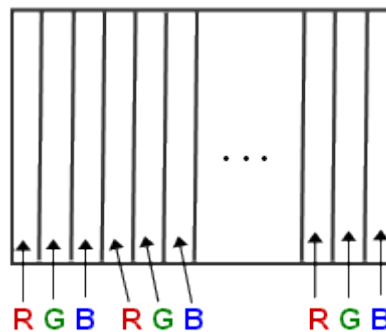


Рис. 5.0. Структура штрихового экрана.

Ось среднего прожектора (как правило, G) направлена вдоль оси симметрии кинескопа, а два боковых прожектора (R и B) наклонены к ней симметрично в горизонтальной плоскости под углом $1,5^\circ$ так, что все три электронных луча сходятся в точке, лежащей на поверхности теневой маски. Через щелевые отверстия электронные лучи попадают на чередующиеся по цвету свечения вертикальные люминофорные полоски R, G, B . При одновременном возбуждении электронными лучами трех элементарных люминофорных полосок R, G, B свечение будет воспроизводить U один элемент цветного ТВ изображения. Для более точного совмещения одноцветных изображений на горловине кинескопа дополнительно устанавливаются магниты чистоты цвета 2 и статического сведения электронных лучей 3. В тороидальной B отклоняющей системе 4 компланарных кинескопов, помимо отклоняющих катушек, размещаются дополнительные обмотки магнитной квадрупольной линзы.

Магнитное поле квадрупольной линзы осуществляет сближение электронных лучей в горизонтальном направлении в любой точке экрана, что обеспечивает их динамическое сведение. Обмотки квадрупольной линзы питаются от генератора кадровой развертки. Для повышения светоотдачи внутреннюю поверхность передней части колбы кинескопа покрывают токопроводящим слоем 7, выполняющим роль второго анода, на который подается достаточно высокое ускоряющее напряжение (до 25 кВ). Ускоряющее напряжение второго анода обеспечивает ускорение до больших скоростей электронов, бомбардирующих люминофорное покрытие.

1.4. Особенности телевизионной развертки

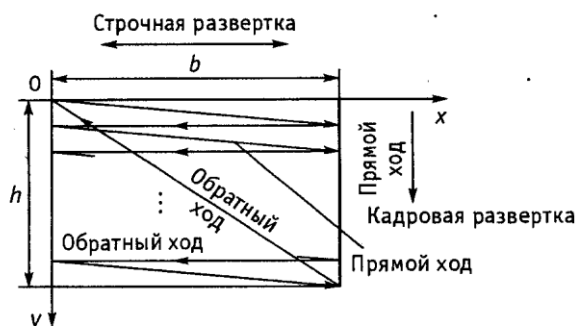


Рис. 5.1. Схема образования раstra при прогрессивной развертке изображения

Для детального изучения особенностей телевизионной развертки рассмотрим более подробно процесс разложения и синтеза изображений в телевизионных системах с электронно-лучевыми трубками.

Способ перемещения электронных лучей по плоскости изображений может быть любым. Однако для геометрически правильного воспроизведения изображения закон движения электронных лучей при передаче и приеме изображений должен быть строго одинаковым, т.е. необходимо соблюдать синхронность и синфазность разверток.

В телевидении принята линейно-строчная развертка, при которой по всей площади изображения движение развертывающего элемента осуществляется одновременно по двум взаимно перпендикулярным направлениям: по горизонтали – вдоль оси x и по вертикали – по оси y (рис. 5.1). За счет движения электронного луча по горизонтали прочерчиваются параллельные прямые линии, называемые строками. Движение от начала к концу строки образует прямой ход строчной развертки, а возвращение развертывающего элемента от конца предыдущей строки к началу следующей называется обратным ходом, который необходим для подготовки к развертке следующей строки. В результате перемещения по вертикали, создаваемого кадровой (вертикальной) разверткой, все строки располагаются одна под другой и образуют геометрическую фигуру, называемую растром. Если все строки раstra прочерчиваются последовательно одна под другой, то такая развертка называется построчной или прогрессивной. При построчной развертке за один период кадровой развертки происходит передача неподвижного изображения, называемого кадром.

Закон движения развертывающего элемента вдоль оси x как функция времени $x = f(t)$ изображается в виде кривой пилообразной

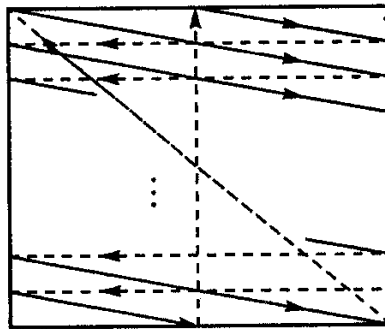


Рис. 5.3. Структура телевизионного кадра при чересстрочной развертке

чае будет обеспечена жесткая связь частот развертки по строкам и по кадрам.

Чересстрочная развертка, кратность которой равна 2:1, применяется во всех системах вещательного телевидения для сокращения полосы частот, занимаемой телевизионным сигналом, в два раза.

Для отечественного вещательного телевизионного стандарта частота строчной развертки f_z имеет следующее численное значение:

$$f_z = 625 \times 25 \text{ Гц} = 15\,625 \text{ Гц.}$$

При этом период строчной развертки T_z равен

$$T_z = 1/f_z = 1/15\,625 = 64 \times 10^{-6} \text{ мкс.}$$

Причем $T_z = T_{z1} + T_{z2}$, где T_{z1} , T_{z2} – длительности соответственно прямого и обратного ходов строчной развертки. Во время обратного хода строчной развертки видеосигнал не передается и изображение не воспроизводится, поэтому это время желательно делать короче. Практически длительность обратного хода составляет 12 мкс. Период кадровой (вертикальной) развертки равен

$$T_n = 1/f_n = T_{n1} + T_{n2} = 1/50 = 2 \times 10^{-3} \text{ с} = 20 \text{ мс,}$$

где T_{n1} , T_{n2} – длительности соответственно прямого и обратного ходов кадровой развертки. Время обратного хода кадровой развертки охватывает 25 периодов строк, которые не участвуют в образовании телевизионного раstra, т.е. $T_{n2} = 25T_z = 64 \times 10^{-6} \times 25 = 1,6 \text{ мс}$. Если учесть, что в телевидении используется чересстрочная развертка, то в течение периода каждого кадра осуществляются два обратных хода по вертикали. Поэтому из номинального числа строк в одном кадре ($z = 625$) 50 строк не воспроизводятся на изображении, так как они приходятся на интервалы обратных ходов по вертикали.

1.5. Общая структурная схема телевизионной системы

Современная телевизионная система состоит из двух частей: передающей и приемной, соединенных линией связи (рис. 5.4). В зависимости от назначения системы объем и устройство технических средств могут быть различными, но они характеризуются общими для всех систем свойствами.

Объектив 1 преобразовывает световой поток, создавая оптическое изображение объекта на светочувствительной поверхности преобразователя свет-сигнал 2. Это устройство преобразует световую энергию в электрическую, используя, например, явление фотоэффекта. В современном телевидении в качестве преобразователей свет-сигнал применяются как передающие трубки электронно-лучевого типа, например, видикон или его разновидности, так и твердотельные (интегральные) преобразователи на приборах с зарядовой связью. С помощью развертывающих устройств 3 формируются электрические сигналы пилообразной формы частоты строк и полей, которые подаются на отклоняющую систему, например, передающий ЭЛТ, которая обеспечивает процесс развертки телевизионного изображения. Оптико-электронный преобразователь формирует электрические импульсы, несущие информацию об изображении, которые называются яркостным сигналом (видеосигналом).

Для синхронной и синфазной работы анализирующего и синтезирующих устройств, обеспечивающих идентичность положения развертывающих элементов в передающем и приемном устройствах, необходимо генерировать и передавать специальные сигналы синхронизации. Синхронность достигается при равенстве частоты

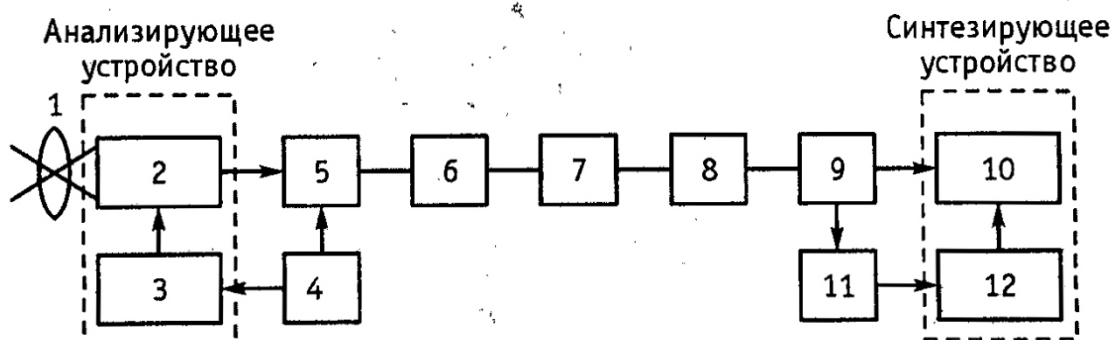


Рис. 5.4. Структурная схема телевизионной системы:

1 – объектив; 2 – преобразователь свет-сигнал; 3 – развертывающие устройства; 4 – синхрогенератор; 5 – видеоусилитель; 6 – передающее устройство; 7 – канал связи; 8 – приемное устройство; 9 – видеоусилитель; 10 – преобразователь сигнал-свет; 11 – селектор импульсов синхронизации; 12 – развертывающие устройства

разверток в анализирующем и синтезирующем устройствах, а синфазность – при точном начале их работы (равенстве фаз). Для выполнения этих условий в телевидении используется автономно-принудительная синхронизация. Сигналы синхронизации вырабатываются в синхрогенераторе 4 и представляют собой импульсы различной длительности и частоты. Одни импульсы синхронизации вырабатываются один раз в течение периода строчной развертки, другие – один раз в течение периода вертикальной развертки. Импульсы синхронизации поступают в развертывающие устройства 3, а также в видеоусилитель 5, где суммируются с сигналом яркости, после чего подаются в передающее устройство 6. Совокупность сигналов синхронизации, передаваемая совместно с сигналом яркости по каналу связи, которая затем поступает непосредственно в телевизионные приемники, называется синхросмесью.

В телевизионной системе развертывающие устройства на анализирующей и синтезирующей сторонах работают в автоколебательном режиме. Синхронность и синфазность их работы обеспечивается подачей на них сигналов синхронизации.

Синхрогенератор вырабатывает также сигналы гашения обратных ходов (гасящие импульсы) развертывающих элементов (электронных лучей) в передающих и воспроизводящих устройствах, обеспечивающие их запирающие на время обратных ходов. На площадках гасящих импульсов располагаются синхронизирующие импульсы. Результирующий сигнал, состоящий из сигнала яркости (видеосигнала), гасящих импульсов и сигнала синхронизации, называется полным телевизионным сигналом.

В передающем устройстве 6 производится модуляция несущей полным телевизионным сигналом, после чего модулированный сигнал поступает в канал связи 7. На практике условиям неискаженной передачи телевизионных сигналов удовлетворяют радиоканал в диапазонах метровых и дециметровых волн, кабельная (коаксиальная или волоконно-оптическая), радиорелейная и спутниковая линии связи. В последнее время для организации телевизионного вещания стали использоваться сети сотового телевидения и сеть Интернет. В процессе передачи по каналу связи сигнал может подвергаться различным преобразованиям, но на выходе должен восстанавливаться полный телевизионный сигнал.

В приемном устройстве 8 происходит усиление принятого телевизионного сигнала как по высокой (радио), так и промежуточной частотам, а также его детектирование. После детектирования полный телевизионный сигнал поступает на видеоусилитель 9, где происходит усиление сигнала до необходимой величины для управления преобразователем сигнал-свет, например, кинескопом, 10, и на селектор импульсов синхронизации 11. В этом уст-

ройстве осуществляется выделение из полного телевизионного сигнала импульсов синхронизации, которые управляют развертывающими устройствами 12, обеспечивая синхронность и синфазность движения развертывающих элементов анализирующего и синтезирующего устройств.

Список літератури

1.Основна

1. Телебачення / Під ред. В.Е. Джаконії. – М.: Радіо та зв'язок , 1986.
2. Домбругов Р.М. Телебачення. – Київ : Вища школа , 1988.
3. Проектування та технічна експлуатація телевізійної апаратури / Під ред. С.В. Новаковського. – М : Радіо та зв'язок , 1989.
4. Ю.Б. Зубарьов , Г.Л. Глоріозов . Передача зображень – М. : Радіо та зв'язок , 1989.
5. А.В. Виходець , В.І. Коваленко , М.Т. Кохно – Звукове та телевізійне мовлення ; - М. : Радіо та зв'язок , 1987.
6. Цифрове телебачення / Під ред. М.І. Кривошеєва. - М. : Радіо та зв'язок , 1980.
7. Певзнер Б.М. Якість кольорових ТВ зображень : видання друге ; М. : Радіо та зв'язок , 1988.
8. Радіорелейні та супутникові системи передачі : Підручник для вузів / Під ред. А.С. Немировського . - М. : Радіо та зв'язок , 1986. – 392 с
9. Системи радіозв'язку : Підручник для вузів / Під ред Л.Я. Калашникова - М. : Радіо та зв'язок , 1987. – 352 с
10. Посібник по радіорелейному зв'язку / Під ред С.В. Бородича - М. : Радіо та зв'язок , 1981. – 416 с
11. Супутниковий зв'язок та мовлення. Посібник / Під ред. Л.Я. Кантора - М. : Радіо та зв'язок , 1988. – 344 с
12. Системи космічного зв'язку. Посібник під ред. Б.В. Одинцова , Е. А. Сукачова; Одеса 1989.
13. Сучасні системи радіозв'язку в прикладах та задачах. Посібник під ред. Б.В. Одинцова , Е. А. Сукачова; Одеса 1990.
14. Мамчев Г.В. «Основы радиосвязи и телевидения», 2007 год;
15. Джакония В.Е., Гоголь В.А., Друзин Я.В. «Телевидение (4-е издание), 2007
16. Локшин Б.А. «Телевизионное вещание. От студии к телезрителю», 2001
17. Кириллов В.И., Ткаченко А.П. «Телевидение и передача изображения», 1988
18. Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. «Основы цветного телевидения», 1982
19. Ельяшкевич С.А., Юкер А.М. «Усовершенствование телевизоров ЗУСЦТ и 4УСЦТ», 1994
20. Быков Р.Е., Сигалов В.М., Эйссенгардт Г.А. «Телевидение», 1988

21. Ельяшкевич С.А. «Справочное пособие. Цветные телевизоры ЗУСЦТ», 1990
22. Зубарев Е.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. «Цифровое телевизионное вещание. Основы и методы», 2001
23. Корытов В.И. «Телевизоры ЗУСЦТ. Ремонт и настройка», 1999
24. Смирнов А.В. «Основы цифрового телевидения», 2001
25. Ельяшкевич С.А., Песков А.Е. «Телевизоры ЗУСЦТ, 4УСЦТ, 5УСЦТ. Устройство, регулировки, ремонт»
26. Шумихин Ю.А. «Телевизионный сигнал», 1968
27. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 1 Принципи радіозв'язку, 2014
28. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 2 Радіопередавальні пристрої, 2014
29. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 3 Радиоприймніе устройства, 2014
30. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 4 Физические основы телевидения, 2014
31. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 5 Основные принципы функционирования телевизионных систем, 2014
32. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 6 Формирование телевизионного сигнала, 2014
33. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 7 Конструктивні особливості телевізійної апаратури, 2014
34. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 8 Особенности построения телевизионных систем, 2014
35. Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 9 Сети телевизионного вещания, 2014

2. Додаткова

1. Мордуховіч Л.Г., Степанов А.П. Системи радіозв'язку. Курсове проектування. - М. : Радіо та зв'язок , 1987. – 192 с
2. Спілкер Дж. Цифровий супутниковий зв'язок / пер. з англ. ; Під ред. В.В. Маркова - М. : Зв'язок , 1979. – 592 с
3. Одинцов Б.В., Сукачьев Е.А. , Гуцаюк А.К. Цифрові системи радіозв'язку : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1988. – 56 с.
4. Одинцов Б.В., Сукачьев Е.А. , Гуцаюк А.К. Космічний зв'язок : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1989. – 56 с.

5. Новаковський С.В. Колір в кольоровому телебаченні - М. : Радіо та зв'язок, 1988.
6. Кривошеєв М.І. Основи телевізійних вимірювань. : видання 3 – е. - М. : Радіо та зв'язок , 1989.
7. ГОСТ 7845 – 79. Система мовленнєвого телебачення. Основні параметри , методи вимірювань.
8. Прийом телебачення та радіомовлення з супутників / Д.Ю. Бем , М.Є. Ільченко , А.П. Житков, Л.Г. Гассанов. – К.: Техніка , 1992. – 176 с.
9. Довідник. Індивідуальні відео – засоби. С.А. Сєдов – Київ 1990.
10. В.Бондарьов , Г.Трьостер , В. Чернега. Цифрова обробка сигналів : методи та засоби. Навчальний посібник для вузів. Харків 2001.