

# ОСНОВЫ Телевидения

Москатов Е. А. Основы телевидения. (Краткий конспект лекций). Издание 1. – Таганрог, 2005. – 26 с., ил.

### Лицензионное соглашение

Данная книга распространяется по лицензии freeware. Книгу разрешается копировать, размножать и печатать, если это делается на некоммерческой основе и не извлекается выгода. В случае её коммерческого применения, например, если Вы хотите продавать, сдавать в прокат, аренду всю книгу или любую её часть, то на это требуется согласие её автора (Москатова Евгения Анатольевича) за гонорар. Перекомпоновка книги запрещается. Запрещается изменять содержимое, удалять сведения об авторстве. Книга распространяется “как есть”, то есть её автор не несёт ответственности за возможный ущерб, упущенную выгоду и прочее. В случае некоммерческой публикации (например, на сервере бесплатных материалов) следует поставить автора в известность, а также явно указать авторство и источник, с которого произведена публикация. Это же относится и к случаю публикации книги на диске (или ином носителе информации) приложения к журналу.

Если Вам интересно, то можете посетить мой официальный сайт <http://www.moskatov.narod.ru>, на котором можно найти технические программы, их исходные тексты, книги и много другой полезной информации.

©Москатов Е. А.

## Физические основы телевидения

### § Физические основы передачи изображения

Телевидение – это передача изображения на расстояние с помощью электронных устройств. При передаче изображения формируются электрические сигналы элементов изображения, при этом один кадр изображения разбивается на строки. Количество строк строго фиксированно по стандарту 625/50 или 575/60. При формировании отдельных строк элементы изображения преобразуются в электрические сигналы аналоговой или цифровой формы. Для преобразования элементов изображения в сигнал применяют приёмопередающие элементы, которые позволяют преобразовать квант световой энергии в электрический сигнал.

Световая энергия, полученная приёмопередающей трубкой (ППТ) (или, другое название, электронным “глазом”), вначале поступает на потенциальный (резистивный) рельеф изображения. Он представляется в виде элементов матрицы. В каждый момент времени на рельеф поступает световая энергия определённой интенсивности. Для преобразования световой энергии в электрическую каждого отдельного резистивного элемента изображения применяется электронный луч. Он обеспечивает ток в цепи, в которую включён резистор элементов изображения (рис. 1). Изображение со временем меняется, поэтому со временем меняется и ток в цепи каждого элемента изображения. С учётом интенсивности световой энергии и величин потенциалов отдельных резистивных элементов соответственно будут изменяться величины электрических сигналов.

### § Приёмопередающая трубка

Основными элементами ППТ являются:

1. Фоторезистивный слой (фотомишень).
2. Мелкоструктурная сетка, обеспечивающая дискретное представление фотомишени и находящаяся перед фоторезистивным слоем.
3. Электронная пушка.
4. Отклоняющая система, обеспечивающая формирование магнитного поля, которое изменяется по закону пилообразного напряжения.
5. Катушка индуктивности, обеспечивающая линейность луча и перпендикулярность попадания его на фотомишень по всей её плоскости.
6. Токосъёмное кольцо, контактирующее со всем резистивным слоем.

В результате в ППТ электронный луч перемещается строго по закону: слева направо, сверху вниз. Изображение на экране прямоугольное. Для обеспечения этого длительность одной строки строго фиксирована – ровно 64 мкс.

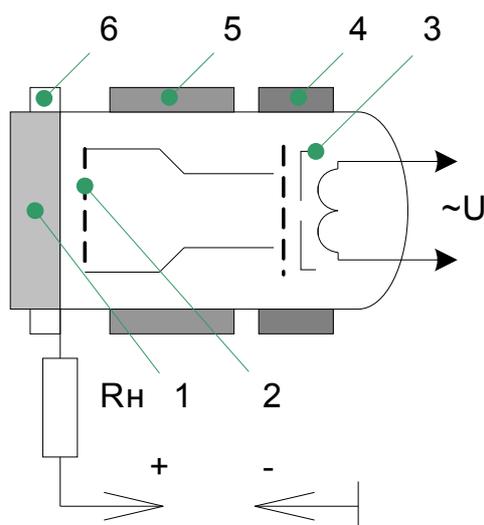


Рис. 1. Устройство приёмопередающей трубки.

Принцип работы. Сформированный электронный луч под воздействием положительного напряжения мишени обеспечивает ток в цепи, которая включает в себя сопротивление элементов фотомишени и сопротивление нагрузки  $R_n$ . Полезный сигнал элемента изображения снимается непосредственно с токосъёмного кольца, так как при протекании тока через сопротивление нагрузки  $R_n$  на ней образуется падение напряжения.

## § Аппаратные средства формирования ПТС

Полный телевизионный сигнал (ПТС) – сложный по структуре телевизионный сигнал, состоящий из синхроимпульсов строк, кадров, уравнивающих импульсов, гасящих импульсов строк и кадров, а также видеоинформации в виде аналоговых сигналов, изменяющихся от 10 до 70 % от уровня ПТС.

При формировании ПТС строго по стандарту определяются длительности всех сигналов, составляющих ПТС:

- длительность строчных синхроимпульсов – 4,7 ... 5 мкс;
- длительность гасящих строчных импульсов – 10 мкс;
- длительность кадровых синхроимпульсов – 160 мкс;
- длительность гасящих кадровых импульсов – 1612 мкс.

Для формирования ПТС как низкочастотного сигнала и последующей передачи его в эфир применяют следующие аппаратные средства.

1. ППТ, предназначенная для преобразования излучаемой световой энергии в упорядоченную серию сигналов строк и кадров.
2. Синхрогенератор, необходимый для формирования кадровых, строчных и уравнивающих синхроимпульсов (синхросмеси), а также кадровых и строчных синхроимпульсов.

3. Генератор развёртки ППТ, который обеспечивает формирование сигналов.
4. Промежуточный усилитель, который усиливает сформированные сигналы ППТ.
5. Линейный усилитель, который формирует окончательно ПТС с учётом энергетических уровней. Максимальный уровень синхросмеси – 100 %; максимальный уровень видеосигналов (уровень чёрного), соответствующий минимуму синхросмеси – 75 %; минимальный уровень видеосигналов изображения (уровень белого) составляет от 10 до 12 %.

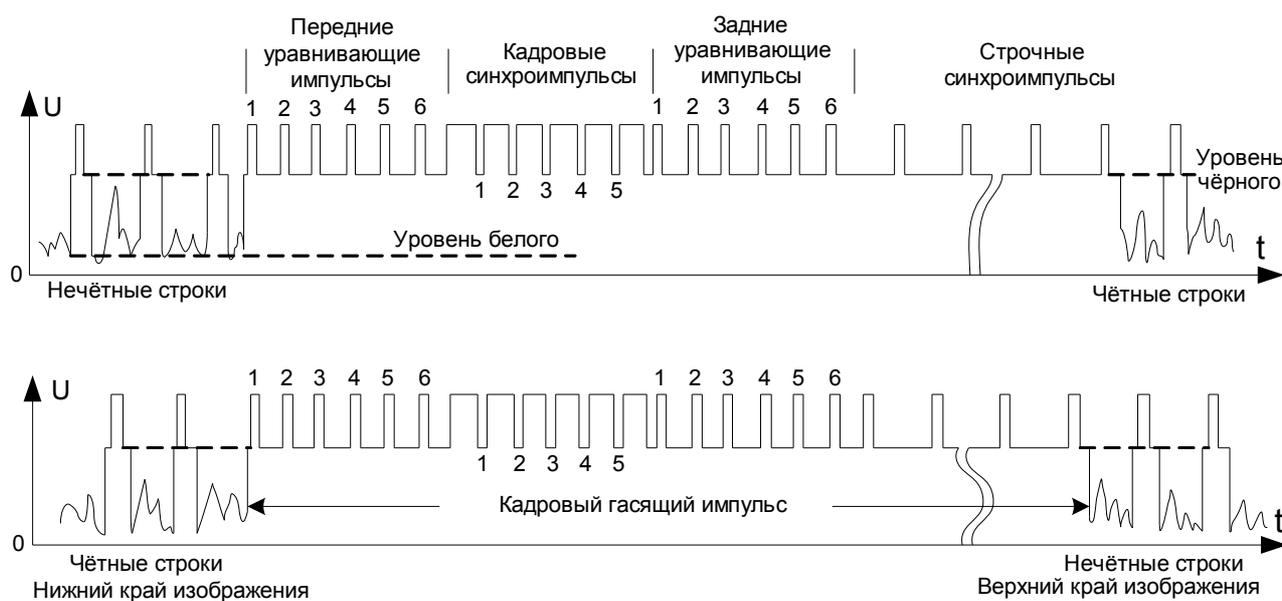


Рис. 2. Полный телевизионный сигнал чёрно-белого телевизора.

Для обеспечения жёсткой синхронизации в область кадровых синхроимпульсов “врезают” 25 уравнивающих импульсов с частотой 30 кГц до КСИ и 25 – после, то есть всего 50 штук. А КСИ представляет собой пачку из 5 импульсов. Для передачи в эфир этот низкочастотный сигнал ПТС подаётся на модулятор передатчика. Для сужения спектра передачи ПТС телецентра нижнюю боковую частоту несущей изображения, промодулированную высокой частотой (ВЧ), подавляют при помощи фильтра. Усиленная верхняя боковая несущая частота изображения подаётся в антенну для преобразования высокочастотных колебаний в электромагнитную волну. Передача изображения осуществляется методом амплитудной модуляции. Одновременно синхронно, в такт с изображением, передаётся звуковое сопровождение методом частотной модуляции. При этом несущая звука по отечественному стандарту больше, чем несущая изображения телецентра, на 6,5 МГц. Нижняя боковая частота полностью не подавлена, и она занимает ширину 1,25 МГц. Участок нижней боковой полосы оставлен ввиду того, что в случае его отсутствия, в приборах, подавляющих нижнюю боковую полосу, возможны

фазовые искажения, значительно ухудшающие качество изображения [6, с. 26]. Это особенно заметно, если искажения возникают на частотах, близких к несущей.

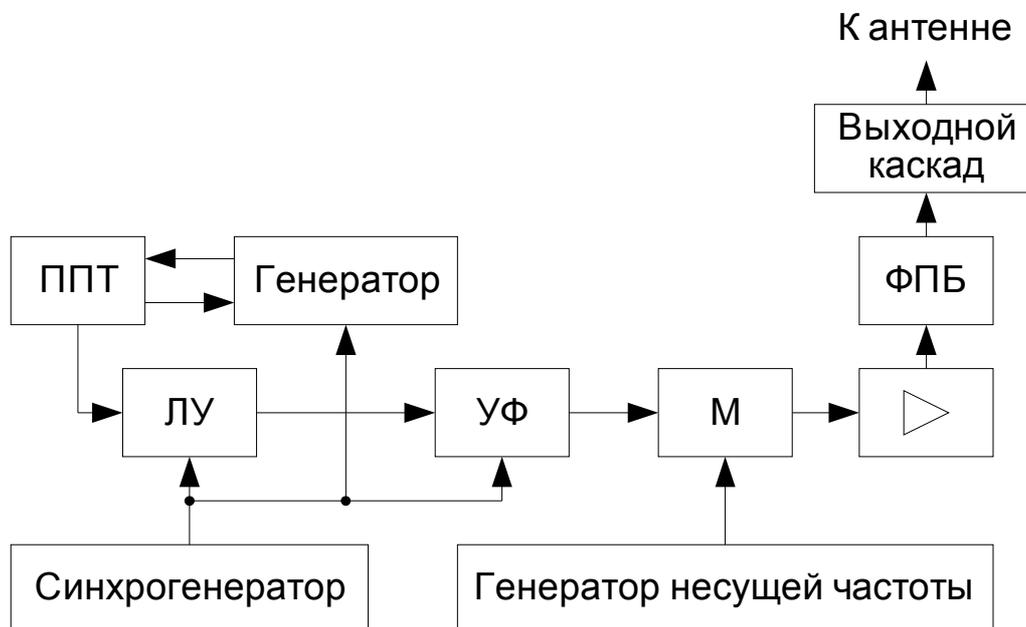


Рис. 3. Функциональная схема телевизионного передатчика.

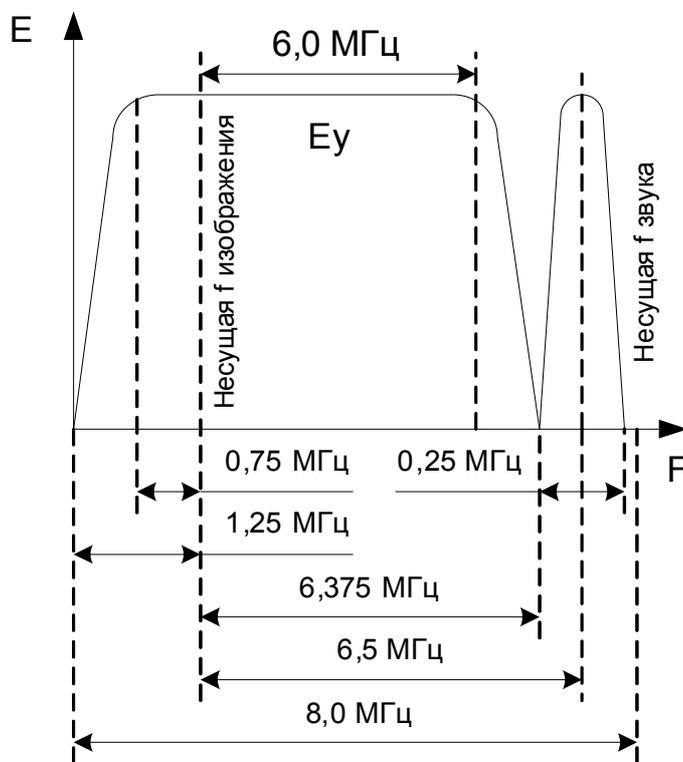


Рис. 4. Частотная характеристика телевизионного сигнала.

На рисунке 4  $E_Y$  – яркостный сигнал. Он позволяет получить на экране чёрно-белое изображение.

## § Передача цветного изображения

В основу цветного телевидения положен принцип расщепления цветовой энергии от элемента изображения на три составляющих цвета – красный, синий и зелёный. В соответствии с волновой теорией цвета, красный цвет имеет длину волны 687 нм, зелёный цвет – 527 нм, синий цвет – 485 нм.

Для получения чистых красных, синих и зелёных цветов применяется система дихроических зеркал (это специальные составные зеркала, которые позволяют пропускать или отражать определённую волну света) [4, с. 42].

В видеокамере применяют два дихроических зеркала, расположенных взаимно перпендикулярно. При этом первое зеркало отражает красный цвет и пропускает зелёный и синий. Второе зеркало отражает синий и пропускает оставшийся зелёный цвет.

Для получения электрических сигналов аналоговой или цифровой формы  $E_R$ ,  $E_G$  и  $E_B$  (R – red – красный, G – green – зелёный, B – blue – синий) отражённые цвета подаются на приёмопередающие трубки, которые и формируют электрические сигналы цветов каждого элемента изображения.

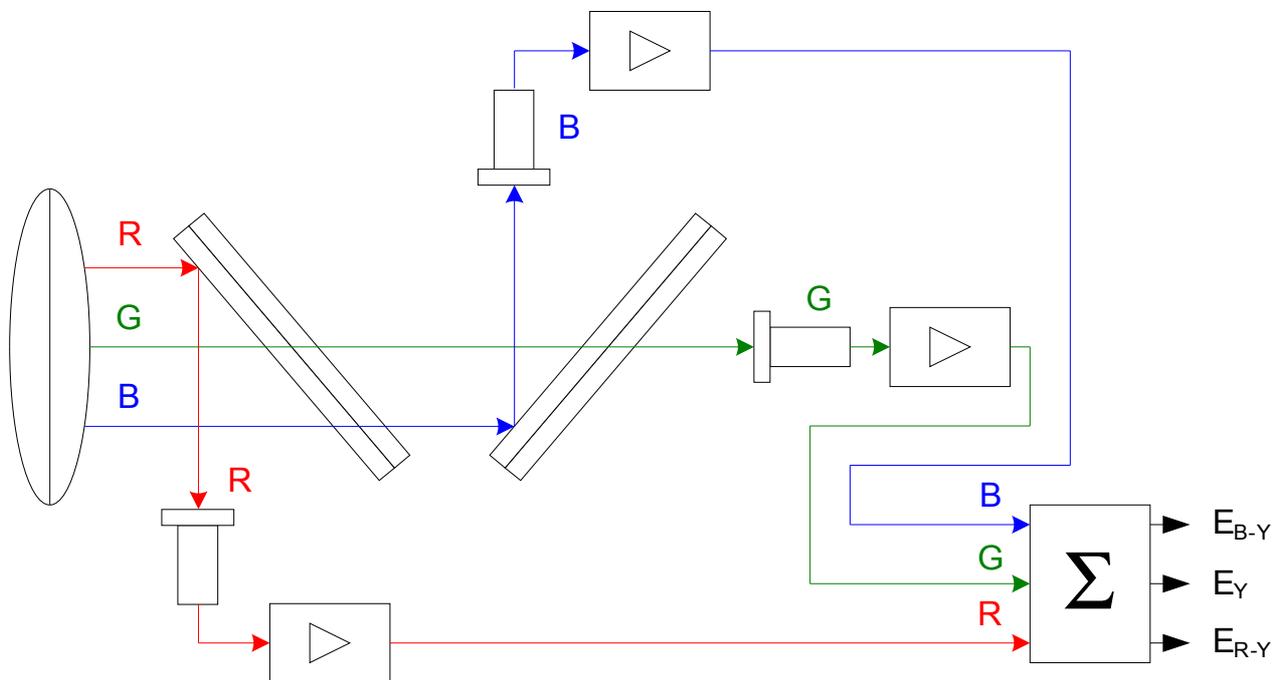


Рис. 5. Схема получения электрических сигналов цветного изображения.

$E_Y$  – яркостный сигнал. Полученные сигналы обеспечивают формирование ЦПТС. Сигнал яркости  $E_Y$  передаётся основной несущей изображения. Этот

сигнал является основным, который обеспечивает совмещение различных телевизионных систем. В телевизионном приёмнике получается сигнал зелёного цвета  $E_G$ , который не передаётся, а формируется по следующей формуле:

$$E_Y = 0,3 E_R + 0,59 E_G + 0,11 E_B.$$

При передаче цветного изображения, независимо от системы, спектр ЦПТС будет иметь следующий вид.

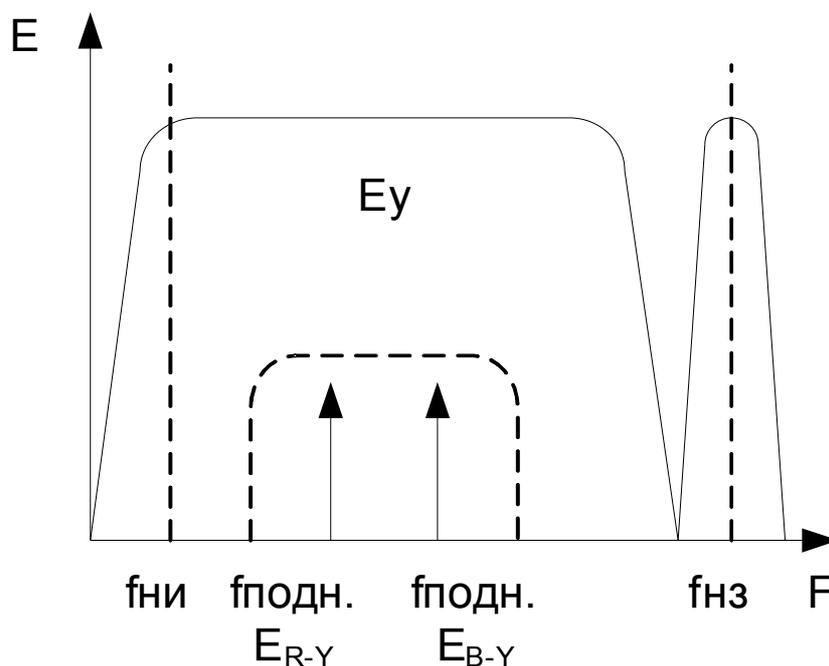


Рис. 6. Спектр ЦПТС.

## § Физические основы построения телевизионного приёмника

В основу построения любого телевизионного приёмника положена структура ПТС и методы его передачи. В соответствии с общими принципами построения ПТС и его передачи телевизионный приёмник должен обеспечивать следующие виды работ.

1. Осуществлять селекцию ВЧ сигналов телецентров. Для этой цели в структуру телевизионного приёмника включаются селекторы каналов метрового (СКМ) и дециметрового (СКД) диапазонов волн, образующих СКВ (тюнер). Такие блоки обеспечивают настройку на один телевизионный канал и выработку двух промежуточных частот изображения  $f_{пчи}$  и звука  $f_{пчз}$  со строго фиксированными частотами:  $f_{пчи} = 38$  МГц,  $f_{пчз} = 31,5$  МГц.

Эти частоты остаются неизменными при переходе с канала на канал, так как телевизионные приёмники строятся по одноканальной схеме.

2. Усиление промежуточной частоты звука и изображения с последующим формированием НЧ сигналов изображения и звука. Такие сигналы формируются отдельным модулем или в ИМС в составе субмодуля радиоканала (СМРК).
3. Сформированный ПТС уже как низкочастотный сигнал с выхода СМРК подаётся на модуль цветности в канале изображения и на канал синхронизации (КС). Низкочастотный сигнал звука подаётся на вход УМЗЧ, собранного, обычно, на ИМС К174УН7 или К174УН14. ПТС подаётся на канал синхронизации, который обеспечивает отделение от ПТС синхросмеси и на её основе формируются кадровые, строчные синхроимпульсы и импульсы запуска для модуля строчной развёртки.
4. Блок развёртки, в котором на базе КСИ и ССИ формируются два пилообразных напряжения развёртки – кадров и строк. Эти напряжения подаются на соответствующие катушки отклоняющей системы (ОС) кинескопа. На базе блока развёртки в основном модуле строчной развёртки строится блок формирования высоких напряжений (800 ... 1000 В) и напряжения фокусировки (5 ... 6 кВ), ускоряющего напряжения и напряжения второго анода до +25 кВ, которое подаётся на аквадаг. При этом ток через второй анод будет около 1,2 мА. Блок развёртки цветного телевизора должен быть значительно более мощным, чем в чёрно-белом.
5. На базе ЦПТСа, который подаётся в модуль цветности, формируются, независимо от системы передачи цветного изображения, три основных сигнала: яркостный сигнал  $E_Y$  и, после декодера, два цветоразностных сигнала. На основе  $E_Y$ ,  $E_{R-Y}$ ,  $E_{B-Y}$  методом матрицирования формируются электрические сигналы трёх основных цветов  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$ . После усиления этих сигналов они подаются на соответствующие катоды электронных пушек кинескопа. Под воздействием этих сигналов формируется изображение.

Таким образом, структурная схема телевизионного приёмника будет иметь следующий вид.

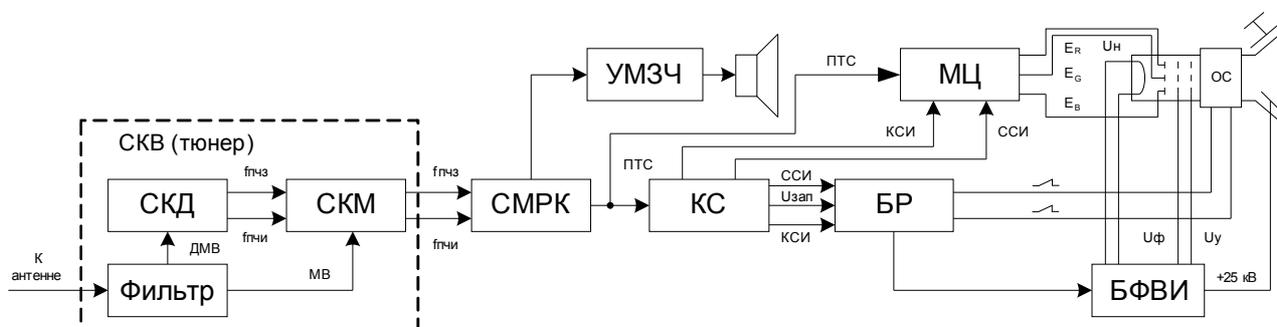


Рис. 7. Структурная схема цветного телевизионного приёмника.

## Блок обработки сигналов (БОС)

В состав БОС входят следующие схемы:

- 1) селекторы каналов ДМВ, МВ диапазонов (тюнер);
- 2) УПЧИ или submodule радиоканалов (СМРК);
- 3) канал синхронизации;
- 4) модуль цветности.

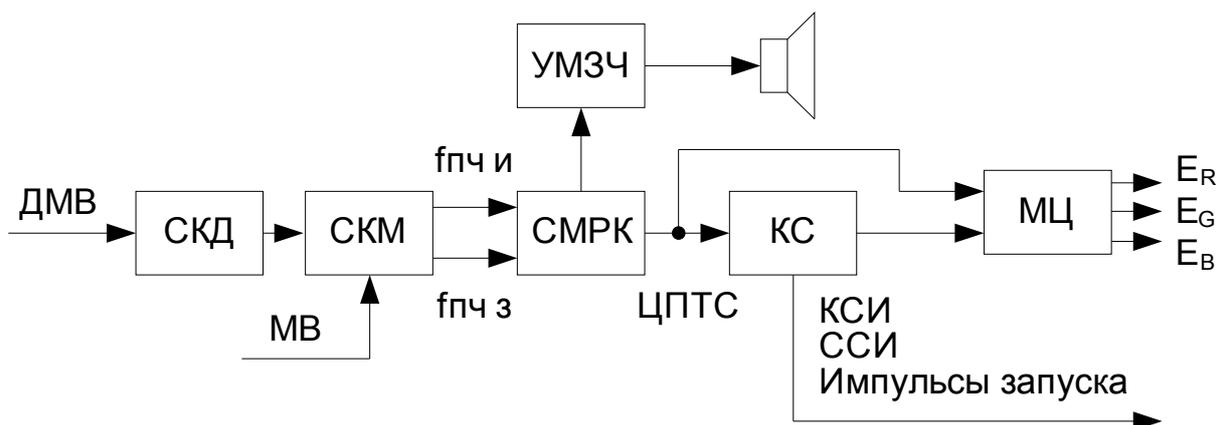


Рис. 8. Структурная схема БОС.

### § Селекторы каналов

В составе БОС селекторы каналов (СК) обеспечивают настройку на любой телевизионный канал метрового и дециметрового диапазонов. В состав селектора каналов могут входить отдельно СК дециметровых (СКД) и СК метровых (СКМ) волн или комбинированный СК (СКВ) – тюнер.

СКД обеспечивает приём телевизионных программ в дециметровом диапазоне (21 – 60 канал, от 400 до 700 МГц). Выполняется он по стандартной схеме супергетеродинного приёмника, которая включает в себя фильтр, УВЧ, гетеродин и смеситель (в общем случае – преобразователь частоты).

Сформированная  $f_{пч}$  СКД подаётся на вход СКМ. На её основе с помощью дополнительной  $f_{г}$  в СКМ формируются фиксированные полосы стабильных промежуточных частот звука и изображения.

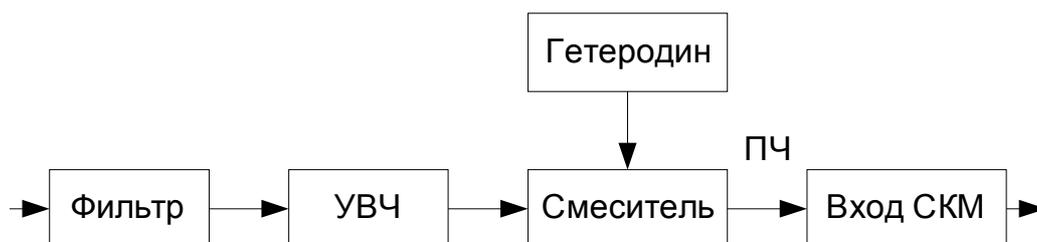


Рис. 9. Функциональная схема селектора каналов.

## § УПЧИ, или СМРК

УПЧИ в составе БОС обеспечивает селекцию промежуточных частот звука и изображения, их усиление и формирование низкочастотных сигналов изображения и звука.

Функционально СМРК состоит из следующих каскадов:

- 1) фильтра сосредоточенной селекции (ФСС) (33 – 40,5 МГц), выполненного на LC элементах;
- 2) предварительного усилительного каскада на активном элементе, который обеспечивает усиление отфильтрованных частот;
- 3) полосового фильтра (ПФ), обеспечивающего прохождение частот 35 – 40 МГц;
- 4) многокаскадного (2 ... 3 каскада) УПЧ изображения и звука.

После усиления ПЧ звука и изображения в СМРК промежуточная частота изображения детектируется АД, а ПЧ звука отделяется и подаётся на УПЧЗ, где усиливается и детектируется.

Многокаскадная схема УПЧИ обеспечивает АЧХ определённой формы.

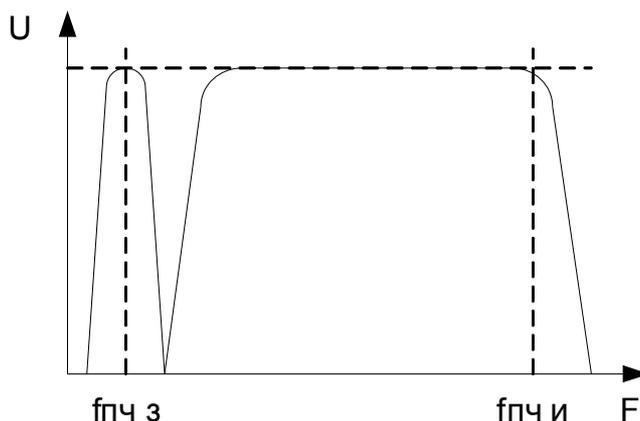


Рис.10. АЧХ.

Функциональная схема СМРК с учётом перечисленных каскадов изображена на рисунке 11.

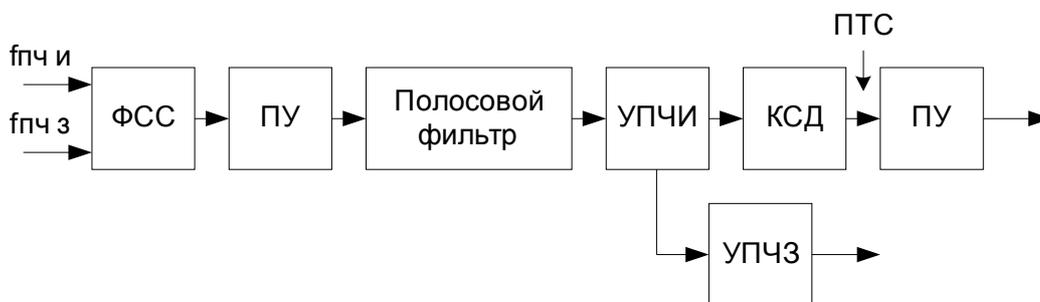


Рис. 11. Функциональная схема СМРК.

Основные неисправности СМРК. При отсутствии изображения на экране, но при наличии звука, необходимо проверить предварительный усилительный каскад. Если он исправен, то неисправен УПЧИ. При отсутствии изображения и звука необходимо заменить микросхему УПЧИ.

## § Канал синхронизации

Канал синхронизации (КС) в составе телевизионного приёмника обеспечивает общую синхронизацию строк, кадров и цвета сигналов при формировании изображения на экране кинескопа. КС выполняет следующие функции.

1. Отделяет от ПТС синхросмесь, формирует её (то есть усиливает её и доводит сигнал синхросмеси до определённой амплитуды).
2. На основе синхросмеси формирует строчные и кадровые синхроимпульсы. Для формирования кадровых синхроимпульсов применяются интегрирующие цепочки. Для формирования строчных синхроимпульсов применяются дифференцирующие цепи.

Кроме этого, в состав КС входит схема формирования импульсов запуска, необходимых для работы модуля строчной развёртки, который входит в состав БР. Функционально КС состоит из следующих каскадов:

- амплитудного селектора (АС);
- усилительного каскада;
- интегрирующей цепи (ИЦ);
- дифференцирующей цепи (ДЦ);
- усилителей КСИ и ССИ.

Транзистор амплитудного селектора работает в режиме отсечки.

Если в КС входит схема формирования импульсов запуска на базе мультивибратора, то на выходе КС будут вырабатываться импульсы запуска прямоугольной формы с длительностью  $\tau \approx 5$  мкс с частотой следования 15625 Гц.

Функциональная схема КС будет иметь вид, показанный на рисунке 12.

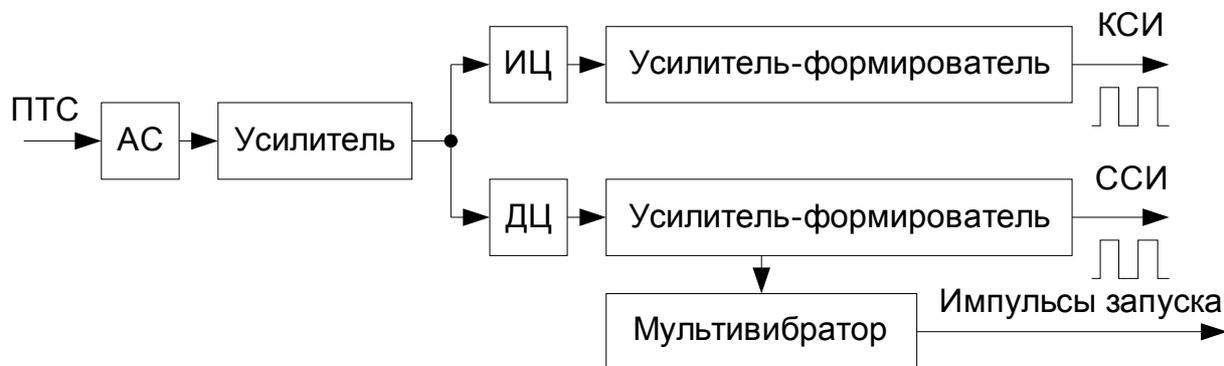


Рис. 12. Функциональная схема канала синхронизации.

## Блок развёртки

В структуре телевизионного приёмника блок развёртки (БР) предназначен для формирования двух пилообразных напряжений, необходимых для развёртки электронного луча по стандарту слева направо, сверху вниз, а также формирования напряжения накала (6,3 В) и высокого напряжения (до 25 кВ). Кроме этого, в блоке развёртки формируются импульсы обратного хода луча по строкам. В состав блока развёртки входят модуль кадровой развёртки и элементы модуля строчной развёртки.

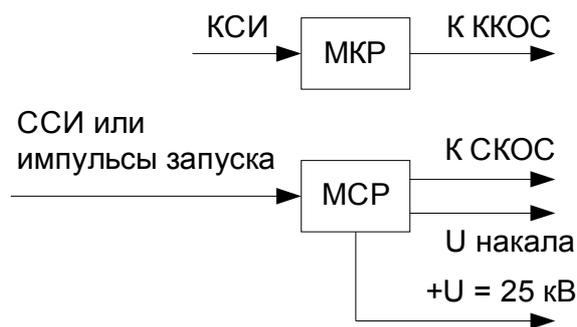


Рис. 13. Функциональная схема блока развёртки.

### § Модуль кадровой развёртки

В составе БР модуль кадровой развёртки (МКР) вырабатывает пилообразное напряжение, необходимое для развёртки электронного луча по кадрам, которое подаётся на кадровые катушки отклоняющей системы. В МКР пилообразное напряжение вырабатывается в мультивибраторе, работающем в автоколебательном и ждущем режимах. Для обеспечения линейности и равномерности строк кадра пилообразное напряжение должно формироваться с учётом конструкции кинескопа для отображения нормального изображения. Передний фронт пилообразного напряжения, в зависимости от конструкции кинескопа, при плоском экране должен быть прямым, а при подушкообразной форме экрана – с некоторой параболической выпуклостью.

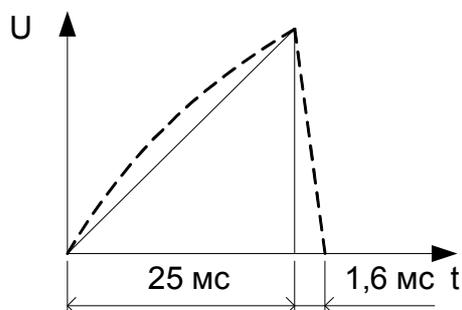


Рис. 14. Кадровое пилообразное напряжение.

Для согласования выходного пилообразного напряжения с кадровыми катушками отклоняющей системы (ККОС) применяют схемы согласования на базе мощного выходного каскада. Для обеспечения запираания кинескопа на время обратного хода луча по кадрам в МКР вырабатываются импульсы обратного хода, которые подаются в модуль цветности (МЦ), а также в схему формирования видеосигналов телетекста. Функциональная схема МКР показана на рисунке 15.

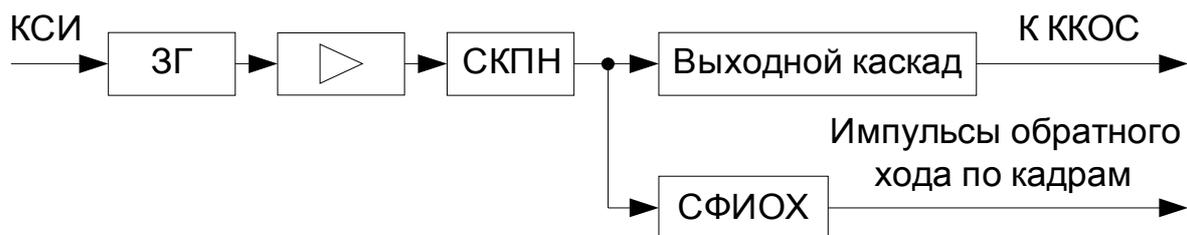


Рис. 15. Функциональная схема модуля кадровой развёртки.

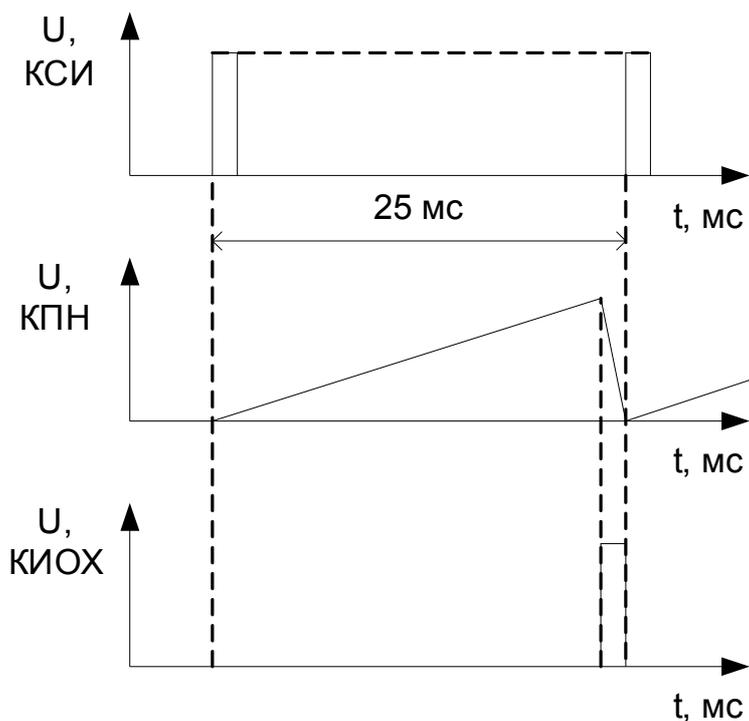


Рис. 16. Диаграммы кадровых импульсов.

## § Модуль строчной развёртки

В структуре блока развёртки модуль строчной развёртки (МСР) обеспечивает выработку напряжений строчной развёртки, напряжение питания второго анода кинескопа – аквадага, напряжения питания ускоряющего и фокусирующего электродов кинескопа, напряжение накала, а также

напряжений обратного хода по строкам. В основу работы модуля строчной развёртки положен принцип преобразования постоянного напряжения +120 ... +130 В в переменное напряжение частотой 15625 Гц. Преобразование постоянного напряжения в импульсное осуществляется за счёт подачи в МСР импульсов запуска, которые подаются из канала синхронизации. Эти импульсы подаются всё время: без ПТС – хаотично, а при наличии ПТС синхронно со строчными синхроимпульсами.

Основными элементами МСР, которые преобразуют постоянное напряжение в переменное, являются мощный электронный ключ, выполненный на транзисторе или электронной лампе, и трансформатор выходных строк (ТВС). Первичная обмотка ТВС включена в коллекторную цепь электронного ключа, и через эту обмотку на ключ подаётся напряжение +130 В. Для согласования работы мощного выходного каскада и канала синхронизации в модуле строчной развёртки имеется согласующий каскад, выполненный на транзисторе средней мощности и трансформаторе. Для предотвращения выхода из строя мощного электронного ключа выбросом отрицательного напряжения ЭДС самоиндукции первичной обмотки в коллекторную цепь включаются один – два демпфирующих диода. Эти диоды обеспечивают через себя передачу выбросов отрицательных напряжений на корпус.

Функционально МСР будет состоять из следующих каскадов:

- 1) предварительного усилительного каскада (ПУК), или, другое название, предварительного согласующего каскада (ПСК);
- 2) мощного электронного ключа;
- 3) демпфирующих диодов (или демпфирующей цепи);
- 4) трансформатора выходных строк;
- 5) умножителя напряжения.

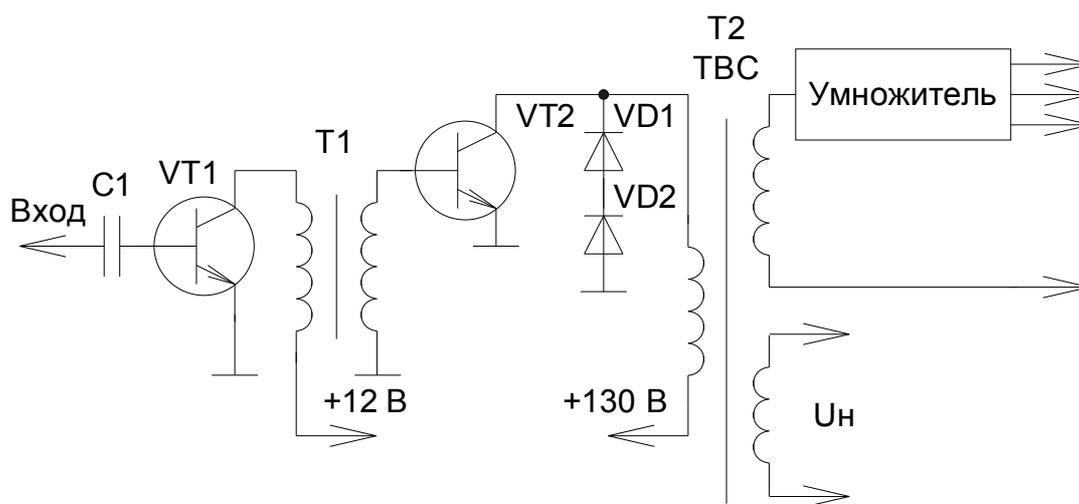


Рис. 17. Структурная схема МСР.

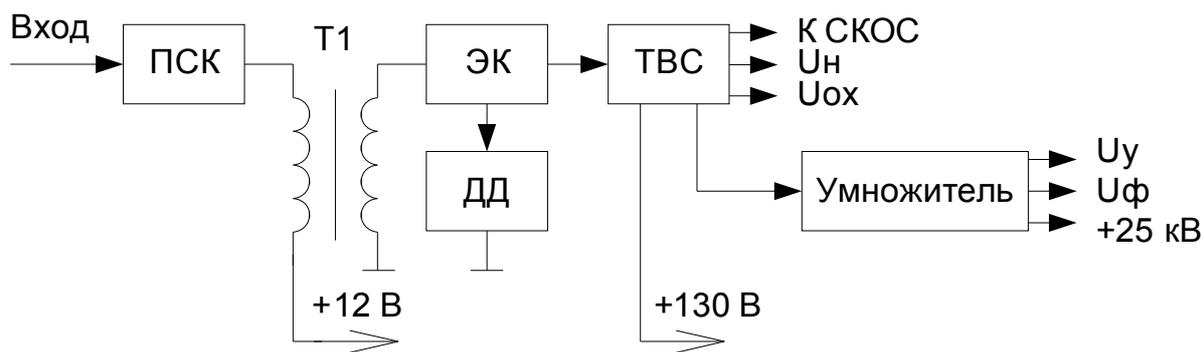


Рис. 18. Функциональная схема МСР.

Основные неисправности МСР. При выходе из строя МСР будут отсутствовать все напряжения, кроме напряжения источника питания.

Если экран кинескопа тёмный, но звук есть, то необходимо посмотреть на накал кинескопа. Если накала кинескопа нет – неисправен МСР.

Если демпфирующий диод выходит из строя и его  $R_{пр} \rightarrow \infty$ , то выходит из строя электронный ключ.

Если произошло короткое замыкание в демпфере, то выходит из строя блок питания (БП).

Примечание. Обычно блоки питания телевизионных приёмников имеют встроенную защиту от коротких замыканий и перегрузок по цепям нагрузок. Поэтому при большинстве отказов в МСР в БП сработает защита, и он отключится, а не выйдет из строя.

Если высокое напряжение будет пробивать воздушный промежуток (в высоковольтной части будет наблюдаться искрение), то на экране в такт с изображением будет прослушиваться шум с частотой 15625 Гц и на экране будут отображаться вертикальные зигзагообразные столбики.

Если звук есть, а на экране находится только одна вертикальная светящаяся полоса, а горизонтальных полос нет, то это обрыв в катушке строчной отклоняющей системы.

## Получение цветного изображения

### § Модуль цветности

В структуре БОС модуль цветности предназначен для формирования яркостного низкочастотного сигнала  $E_Y$ , на основе которого формируются сигналы трёх основных цветов, а также осуществляется регулирование яркости, контрастности и цветонасыщенности изображения.

В канале яркости осуществляется подавление поднесущих частот цветоразностных сигналов  $F_{R-Y}$  и  $F_{B-Y}$  с помощью гасящих импульсов строк и

кадров. В соответствии со структурой спектра ЦПТС и в зависимости от системы цветопередачи в модуле цветности осуществляется распознавание системы поднесущих частот. Схема распознавания коммутирует ЦПТС на соответствующий декодер, который обеспечивает формирование низкочастотных цветоразностных сигналов  $E_{R-Y}$  и  $E_{B-Y}$ . На основе сформированных низкочастотных сигналов  $E_Y$ ,  $E_{R-Y}$  и  $E_{B-Y}$  методом матрицирования формируются низкочастотные сигналы трёх основных цветов:  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$  [4, с. 50]. После усиления составными или дифференциальными усилителями эти сигналы подаются на соответствующие катоды пушек ЭЛТ, с помощью которых осуществляется модуляция, или, другими словами, регулирование токов лучей пушек.

Для обеспечения запирания пушек на время обратного хода луча в планарных кинескопах закрытие пушек осуществляется методом подачи управляющих напряжений на их катоды. А сам модулятор в планарных кинескопах подключается к корпусу. Формирование сигналов  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$  осуществляется в яркостном канале и канале матрицы.

В масочных кинескопах запираение пушек осуществляется формированием в модуле цветности смеси гасящих кадровых и строчных импульсов, которые подаются на модулятор.

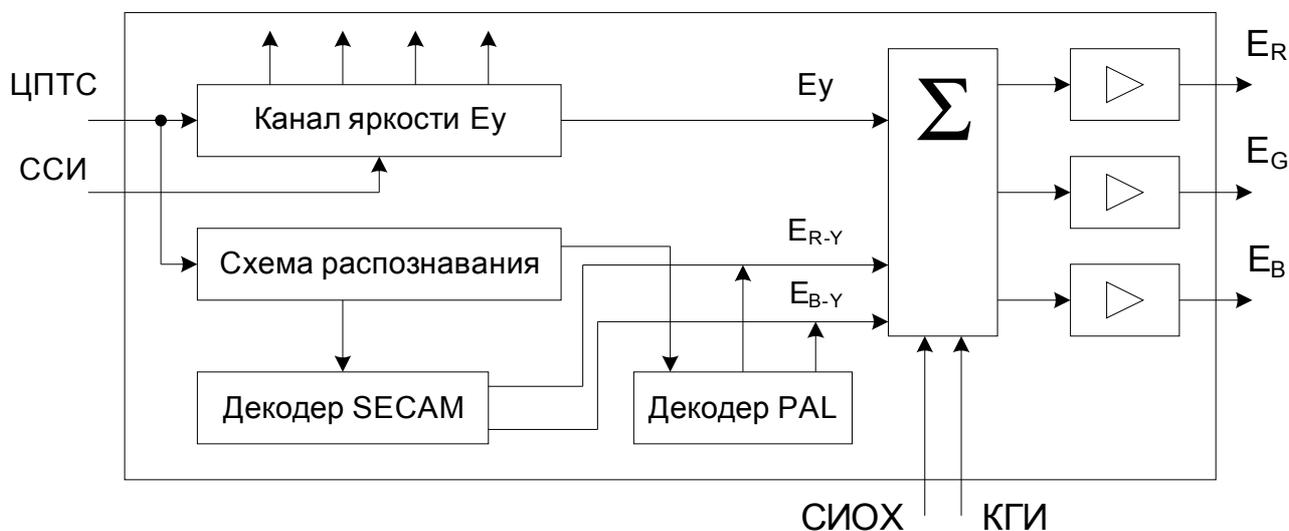


Рис. 19. Функциональная схема модуля цветности.

## § Цветосовместимые системы в телевидении

При приёме цветосигналов в зависимости от системы цветопередачи в модуле цветности телевизионного приёмника имеются декодеры, позволяющие формировать на основе ЦПТС два низкочастотных цветоразностных сигнала. Формирование таких сигналов осуществляется в декодирующих устройствах.

## § Декодер SECAM

SECAM – это французское сокращение от названия системы *Sequentiel á memoire*, которое означает “Последовательная с памятью”. Можно сказать, что “память” реализуется с помощью линии задержки [6, с. 50].

Функционально декодер SECAM построен на основе принципа передачи цветоразностных сигналов. Он включает в себя следующие функциональные узлы.

- 1) Полосовой фильтр, настроенный на поднесущие частоты цветоразностных сигналов.
- 2) Коммутатор – маломощный электронный ключ, который под воздействием синхроимпульсов цветовой синхронизации обеспечивает подачу на частотные детекторы высокочастотных сигналов и обеспечивает последовательность хода цветоразностных сигналов R-Y и B-Y. Для обеспечения данной последовательности цветоразностный сигнал B-Y подаётся на электронный коммутатор после линии задержки (ЛЗ).
- 3) Частотный детектор.

Функциональная схема декодера SECAM будет иметь вид, показанный на рисунке 20.

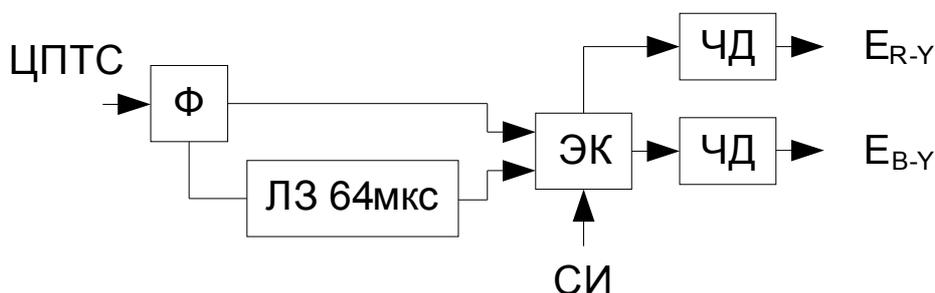


Рис. 20. Функциональная схема декодера SECAM.

Система SECAM широко применяется, однако имеет недостатки, которые заключаются в искажении цветопередачи в процессах частотной модуляции и частотного детектирования.

## § Декодеры PAL и NTSC

В отличие от декодера системы SECAM, декодеры для PAL и NTSC выполняются по схемам синхронного детектирования. В состав данных декодеров входят следующие функциональные узлы.

- 1) Синхронный детектор R-Y и синхронный детектор B-Y.
- 2) Задающий генератор с кварцевой стабилизацией.
- 3) Фазосдвигающие цепи.

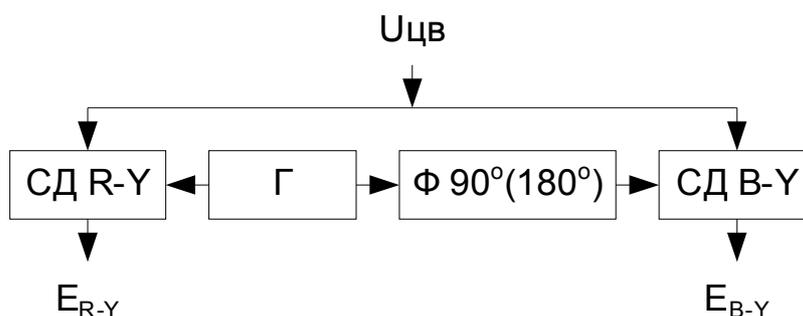


Рис. 21. Функциональная схема декодеров PAL и NTSC.

## § Видеотракт телевизионного приёмника

В телевизионном приёмнике видеотракт обеспечивает формирование сигналов трёх основных цветов с подачей их на соответствующие электроды электронных пушек. В видеотракте основное внимание уделяется работе видеоусилителей (ВУ), которые должны усиливать сигналы трёх основных цветов при выполнении условия минимальных искажений и чёткого формирования сигналов изображения. Непосредственное формирование изображения осуществляется тремя пушками методом модуляции токов лучей пушек управляющими напряжениями. Формирование цветного изображения осуществляется на основе цветового треугольника, который обеспечивает получение широкого спектра цвета при изменении токов лучей пушек. Если токи пушек одинаковы, то лучи в равных пропорциях высвечивают составляющие цветов R, G, B и при этом получается белый цвет.

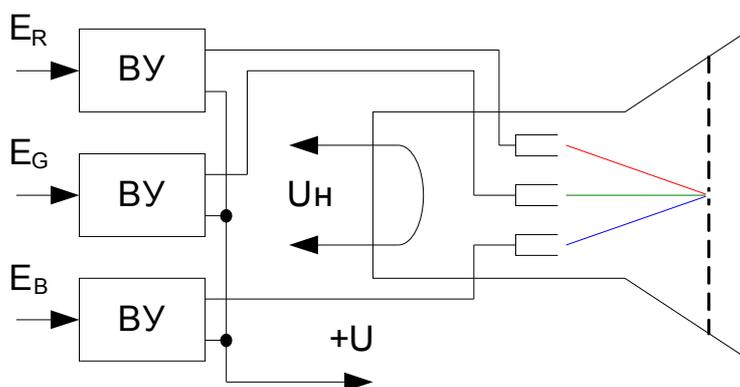


Рис. 22. Функциональная схема видеотракта.

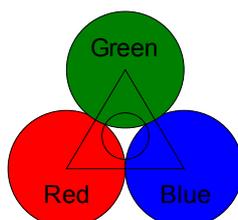


Рис. 23. Цветовой треугольник.

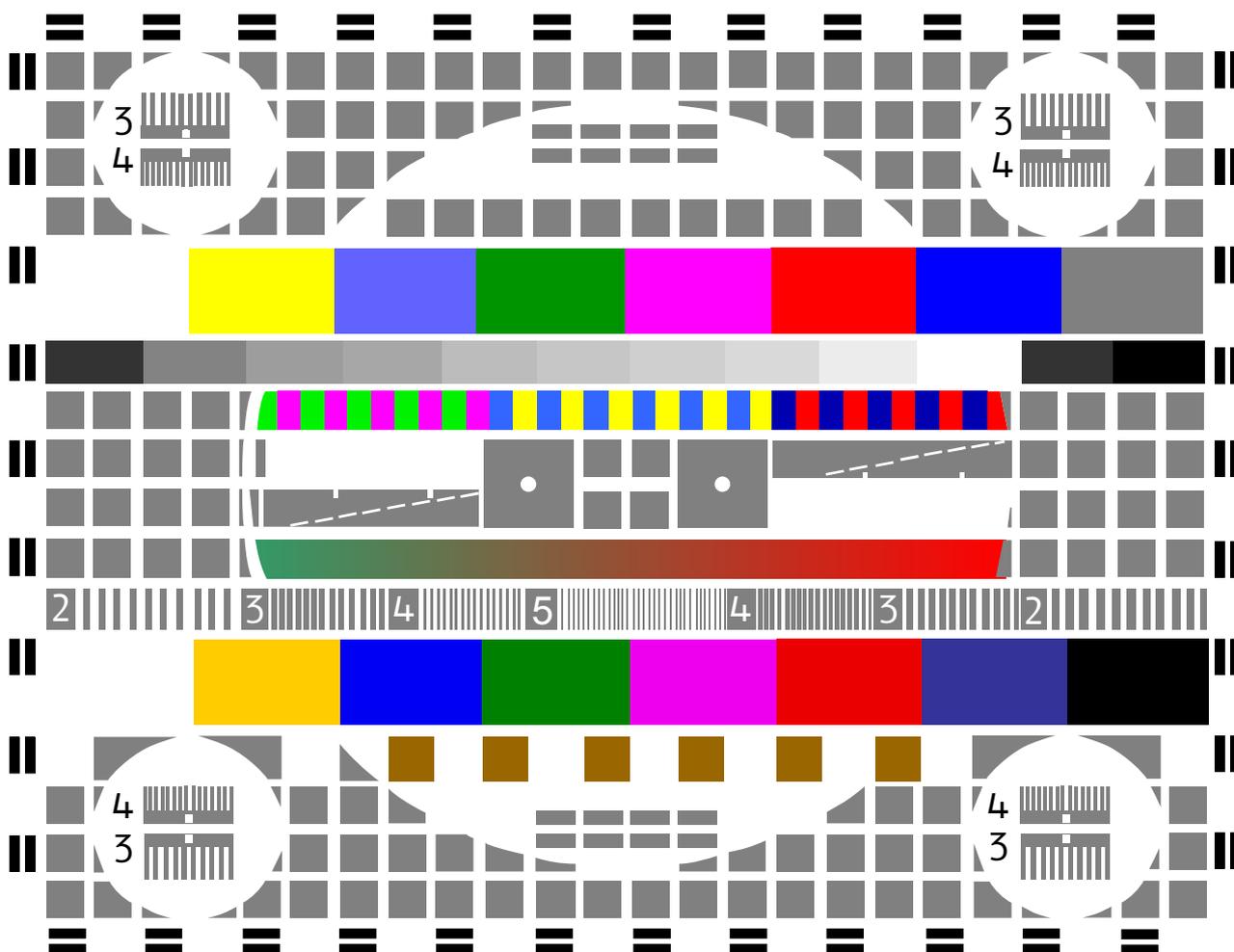


Рис. 24. Универсальная электрическая испытательная таблица (УЭИТ).

УЭИТ служит для проверки качества воспроизводимого изображения. Для УЭИТ имеются следующие обозначения. Каждый квадрат по вертикали обозначается цифрами от 1 до 20 сверху вниз, а по горизонтали – буквами от А до Э. В телевизионных приёмниках, использующих формат изображения 4:3, УЭИТ отображается так, как показано на рис. 24. В телевизионных приёмниках, использующих формат 5:4, при отображении таблицы мы не увидим двух крайних вертикальных рядов.

## § Система сведения лучей

С учётом конструкции кинескопов в цветных телевизионных приёмниках возникает необходимость сведения лучей в один фокус в соответствующее отверстие теневой маски. В результате при одинаковых токах лучей пушек будет установлен баланс белого или баланс цветов. Необходимость сведения лучей связана с подушкообразной формой экрана кинескопа, а значит на краях кинескопа необходима коррекция лучей. В зависимости от типа кинескопа –

планарного, (или, другое название, щелевого), либо масочного (или, другое название, мозаичного) – применяют различные системы сведения лучей.

В цветных планарных кинескопах сведение сводится к корректировке раstra по строкам и кадрам ориентацией постоянных магнитов (их бывает до 6 штук), установленных на колбе кинескопа. Данные магниты располагают в различных плоскостях. В чёрно-белых телевизионных приёмниках магниты не используются, так как в них имеется только один луч.

В масочных кинескопах для коррекции лучей применяется дополнительная система сведения, с помощью которой осуществляется коррекция формы пилообразных напряжений строчной и кадровой развёрток.

## Система дистанционного управления

Система дистанционного управления (СДУ) в зависимости от типа телевизионного приёмника обеспечивает многофункциональное управление им на расстоянии до 6 ... 7 метров. В СДУ входят следующие блоки.

- 1) Блок формирования и передачи кодовых посылок (БФКП). Передача осуществляется посредством инфракрасных лучей.
- 2) Блок приёма кодовых посылок и функции управления напряжениями – преобразования кодовых посылок в определённый уровень напряжений для конкретной функциональной операции (БПКП и ФУН). Первый и второй блок должны быть кодосовместимыми.
- 3) Блок дежурного режима (БДР). Он обеспечивает включение телевизионного приёмника только при необходимости просмотра одной из программ.
- 4) Источник питания (ИП).

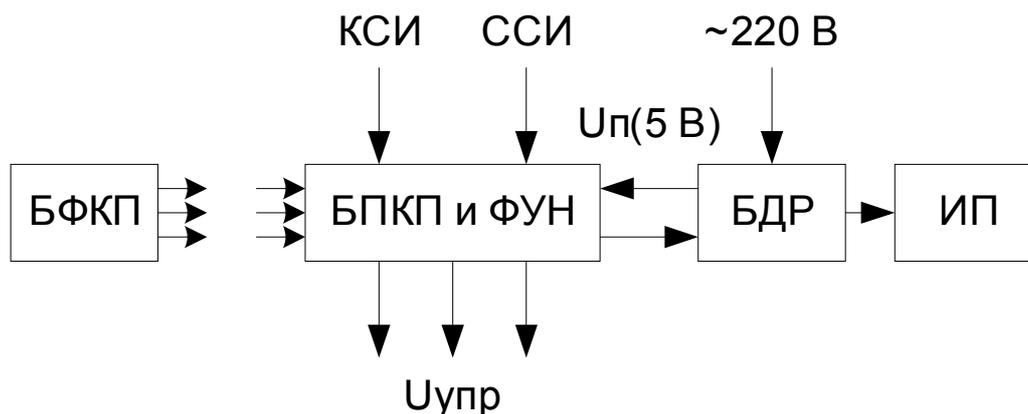


Рис. 25. Функциональная схема СДУ.

Итак, с помощью СДУ можно обеспечить выполнение основных функций. Для более понятного представления работы системы необходимо рассмотреть её функциональную часть – пульт дистанционного управления

(ПДУ). ПДУ состоит из следующих узлов.

- 1) Матрица кнопок управления с определённым местоположением функциональных клавиш на матричном поле.
- 2) Схема кодирования – шифратор, обеспечивающий преобразование нажатия на кнопку в код с учётом разрядности кода. Применяют двенадцати- или шестнадцатиразрядный код.
- 3) Передатчик на основе усилительного каскада и фотоизлучателя.

Обычно ПДУ выполняется на ИМС К1568ХЛ1.

Функциональная схема ПДУ приведена на рисунке 26, а структурная схема СДУ – на рисунке 27.



Рис. 26. Функциональная схема ПДУ.

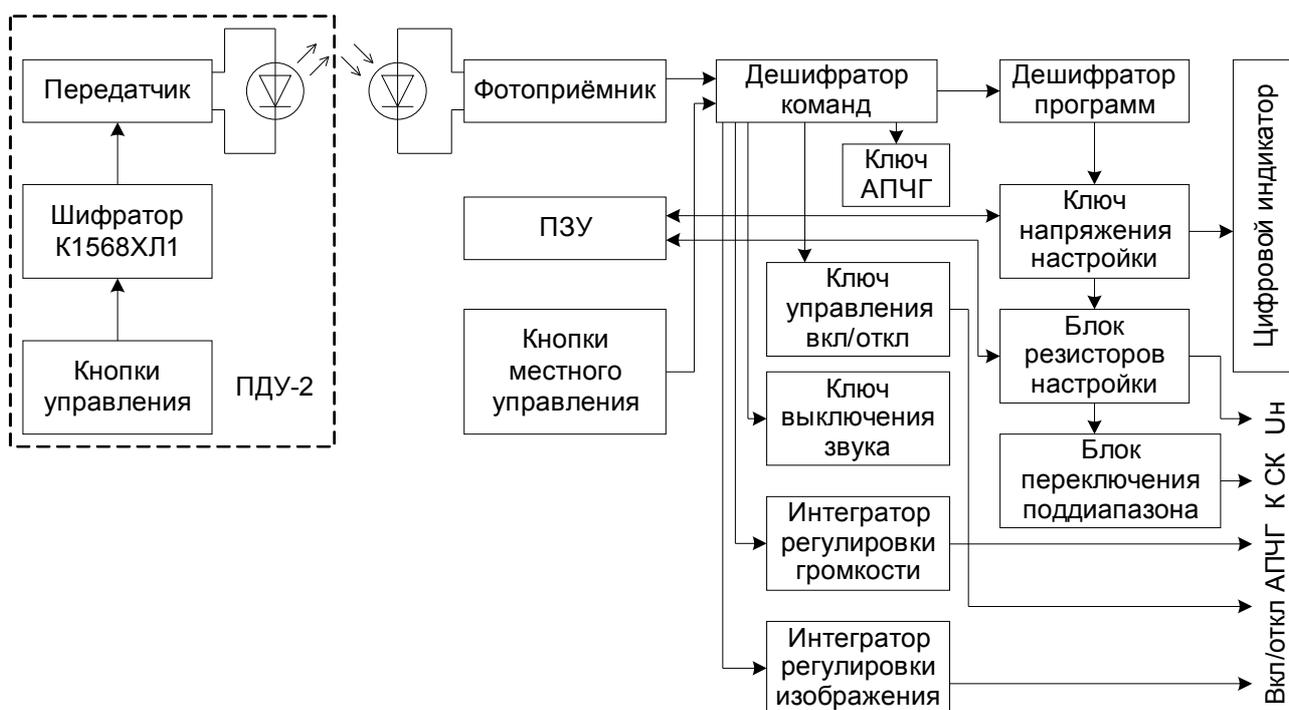


Рис. 27. Структурная схема СДУ.

## Список условных обозначений и сокращений

ППТ — приёмопередающая трубка, электронный “глаз”.  
ПТС — полный телевизионный сигнал.  
КСИ — кадровые синхроимпульсы.  
ВЧ — высокая частота.  
НЧ — низкая частота.  
ЧМ — частотная модуляция.  
ЛУ — линейный усилитель.  
УФ — усилитель – формирователь.  
ЦПТС — цветной полный телевизионный сигнал.  
СКМ — селектор канала метрового диапазона волн.  
СКД — селектор канала дециметрового диапазона волн.  
 $f_{пчи}$  — промежуточная частота изображения.  
 $f_{пчз}$  — промежуточная частота звука.  
СМРК — субмодуль радиоканалов.  
КС — канал синхронизации.  
УМЗЧ — усилитель мощности звуковой частоты.  
ОС — отклоняющая система.  
БФВН — блок формирования высокого напряжения.  
МЦ — модуль цветности.  
БОС — блок обработки сигналов.  
ДМВ — дециметровые волны.  
МВ — метровые волны.  
УПЧИ — усилитель промежуточной частоты изображения.  
СК — селекторы каналов.  
КС — канал синхронизации.  
УПЧЗ — усилитель промежуточной частоты звука.  
ФСС — фильтр сосредоточенной селекции.  
ПФ — полосовой фильтр.  
АД — амплитудный детектор.  
АЧХ — амплитудно-частотная характеристика.  
ССИ — строчные синхроимпульсы.  
АС — амплитудный селектор.  
ИЦ — интегрирующая цепь.  
ДЦ — дифференцирующая цепь.  
ККОС — кадровые катушки отклоняющей системы.  
СКОС — строчные катушки отклоняющей системы.  
МКР — модуль кадровой развёртки.  
МСР — модуль строчной развёртки.  
СКПН — схема коррекции пилообразного напряжения.

- СФИОХ — схема формирования импульсов обратного хода.  
ТВС — трансформатор выходной строк.  
ПУК — предварительный усилительный каскад.  
ПСК — предварительный согласующий каскад.  
ЛЗ — линия задержки.  
ВУ — видеоусилитель.  
СДУ — система дистанционного управления.  
ПДУ — пульт дистанционного управления.  
УЭИТ — универсальная электрическая испытательная таблица.

## Литература

1. Ельяшкевич С. А. Цветные телевизоры ЗУСЦТ: Справочное пособие. – М.: Радио и связь, 1989. – 144 с., ил.
2. Ельяшкевич С. А. Цветные стационарные телевизоры и их ремонт: Справочное пособие. – М.: Радио и связь, 1986. – 224 с., ил. Массовая радиобиблиотека, выпуск 1095.
3. Константиновский А. Г. Устройство и техническое обслуживание современных телевизоров. – Киев: Техніка, 1970. – 236 с., ил.
4. Пясецкий В. В. Цветное телевидение в вопросах и ответах. – 2-е изд., переработанное и дополненное. – Мн.: Полымя, 1994 – 380 с., ил.
5. Справочник радиолюбителя – конструктора. Составитель Роман Михайлович Малинин. Изд. 2 – е, переработанное и дополненное. – М.: Энергия, 1978. – 752 с., ил.
6. Фельдман Л. Д. Телевизионный приём. Издание 2, дополненное. – М.: Энергия, 1971. – 248 с., ил. Массовая радиобиблиотека, выпуск 766.
7. Фоменков А. П., Зимин К. В. Пособие радиомеханику по ремонту телевизоров. – М.: ДОСААФ, 1977. – 304 с., ил.

## Содержание

Физические основы телевидения	3
§ Физические основы передачи изображения	3
§ Приёмопередающая трубка	3
§ Аппаратные средства формирования ПТС	4
§ Передача цветного изображения	6
§ Физические основы построения телевизионного приёмника	8
Блок обработки сигналов (БОС)	10
§ Селекторы каналов	10
§ УПЧИ, или СМРК	11
§ Канал синхронизации	12
Блок развёртки	13
§ Модуль кадровой развёртки	13
§ Модуль строчной развёртки	14
Получение цветного изображения	16
§ Модуль цветности	16
§ Цветосовместимые системы в телевидении	17
§ Декодер SECAM	18
§ Декодеры PAL и NTSC	18
§ Видеотракт телевизионного приёмника	19
§ Система сведения лучей	20
Система дистанционного управления	21
Список условных обозначений и сокращений	23
Литература	25
Содержание	26