

**Узбекское агентство связи и информатизации  
Ташкентский университет информационных технологий**

**Кафедра «Телевидения  
и радиовещания»**

## **СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ**

**к виртуальным лабораторным работам по курсу**

**ТЕЛЕВИДЕНИЕ, ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ**

**для студентов направлений бакалавриата  
5522000 – “Радиотехника”, 5522100 – “Телевидение, радиосвязь  
и радиовещание” и 5522200 – “Телекоммуникации”**

Ташкент 2007

## **АННОТАЦИЯ**

Данный программный комплекс предназначен для организации проведения лабораторных работ по курсам телевидение, основы телевидения и радиовещания на персональных компьютерах без использования макетов лабораторного оборудования и представляет собой набор программ, в которых по возможности смоделировано оборудование реальной лаборатории телевидения. Этот комплекс программ должен помочь студентам освоить лабораторный практикум с помощью персональных компьютеров и закрепить теоретические сведения о принципах формирования ТВ сигнала и работы основных блоков ТВ приемника.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
----------------	---

### Лабораторная работа №1

#### «Исследование параметров вещательного ТВ сигнала его составляющих»

1. Цель работы .....	5
2. Порядок выполнения работы.....	5
3. Содержание отчета.....	8
4. Контрольные вопросы.....	8
5. Теоретические сведения.....	9
6. Литература.....	12

### Лабораторная работа №2

#### «Исследование модуля кадровой развертки»

1. Цель работы .....	13
2. Порядок выполнения работы.....	13
3. Содержание отчета.....	14
4. Контрольные вопросы.....	14
5. Теоретические сведения.....	15
6. Литература.....	21

### Лабораторная работа №3

#### «Исследование модуля строчной развертки»

1. Цель работы .....	22
2. Порядок выполнения работы.....	22
3. Содержание отчета.....	24
4. Контрольные вопросы.....	24
5. Теоретические сведения.....	24
6. Литература.....	31

### Лабораторная работа №4

#### «Исследование синхронизации ТВ приемников»

1. Цель работы .....	32
2. Порядок выполнения работы.....	32
3. Содержание отчета.....	35
4. Контрольные вопросы.....	36
5. Теоретические сведения.....	36
6. Литература.....	44

## ВВЕДЕНИЕ

Программа «Виртуальная лаборатория» имеет достаточно удобный интерфейс, в котором, по мере необходимости, будет предоставлена вся необходимая информация, о предлагаемой работе и как ее следует выполнять. От обучаемого требуется внимательно читать указания и подсказки.

Весь курс лабораторного практикума разбит на отдельные работы. Каждая из них является сама по себе законченным этапом обучения, имеет собственные цели и задачи. Например, цель работы: изучить принципы и особенности формирования цветоразностных и яркостных сигналов. Поставленная цель указывается в диалоговом окне приветствия, которое выводится на экран при запуске лабораторной работы. Каждая работа также предполагает определённую теоретическую подготовку со стороны обучаемого. В том же окне приветствия приводится необходимый список литературы. Соответствующие разделы этих учебников необходимо изучить, прежде чем приступать к выполнению лабораторной работы.

Каждая лабораторная работа, в свою очередь, разбита на отдельные пункты, которые необходимо выполнять последовательно, один пункт за другим. Каждый раз, при переходе к очередному шагу выполнения лабораторной работы, будет появляться диалоговое окно со вспомогательной информацией. Там будет указываться задание на данный этап работы, будет подробно расписано, какие конкретные действия необходимо выполнить.

Отчёт по каждой работе должен содержать результаты расчета, осциллограммы, контрольные изображения и краткие выводы о проделанной работе.

Программное обеспечение виртуальной лаборатории выполнено в виде отдельных программных модулей по количеству предлагаемых лабораторных работ:

- 1 **Lab1.exe** – Исследование параметров вещательного ТВ сигнала его составляющих
- 2 **Lab2.exe** – Исследование модуля кадровой развертки
- 3 **Lab3.exe** - Исследование модуля строчной развертки
- 4 **Lab4.exe** – Исследование синхронизации ТВ приемников

### Запуск программы.

---

Запустить виртуальные лабораторные можно непосредственно с рабочего стола щелкнув 2 раза левой клавишей мышки по соответствующей иконке с номером работы.

# 1. Лабораторная работа №1

## «Исследование параметров вещательного ТВ сигнала его составляющих»

Целью данной работы является исследование формы полного телевизионного сигнала и его составляющих.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

- ознакомиться с оборудованием лаборатории;
- уметь экспериментально оценивать параметры телевизионного сигнала;
- уметь оценивать качественные показатели ТВ изображения.

**Порядок выполнения работы:**

1. Запустить программу 2 раза щелкнув левой клавишей мышки по иконке «1» лабораторной работы.
2. После открытия окна работы записать в отчет название и цель лабораторной работы.
3. **Внимание! Перед выполнением каждого пункта записывать в тетрадь название выполняемого задания.**
4. Произвести предварительный расчёт. Рассчитать максимальную частоту видеосигнала, исходя из его параметров, по формуле (без поправок на обратный ход луча)

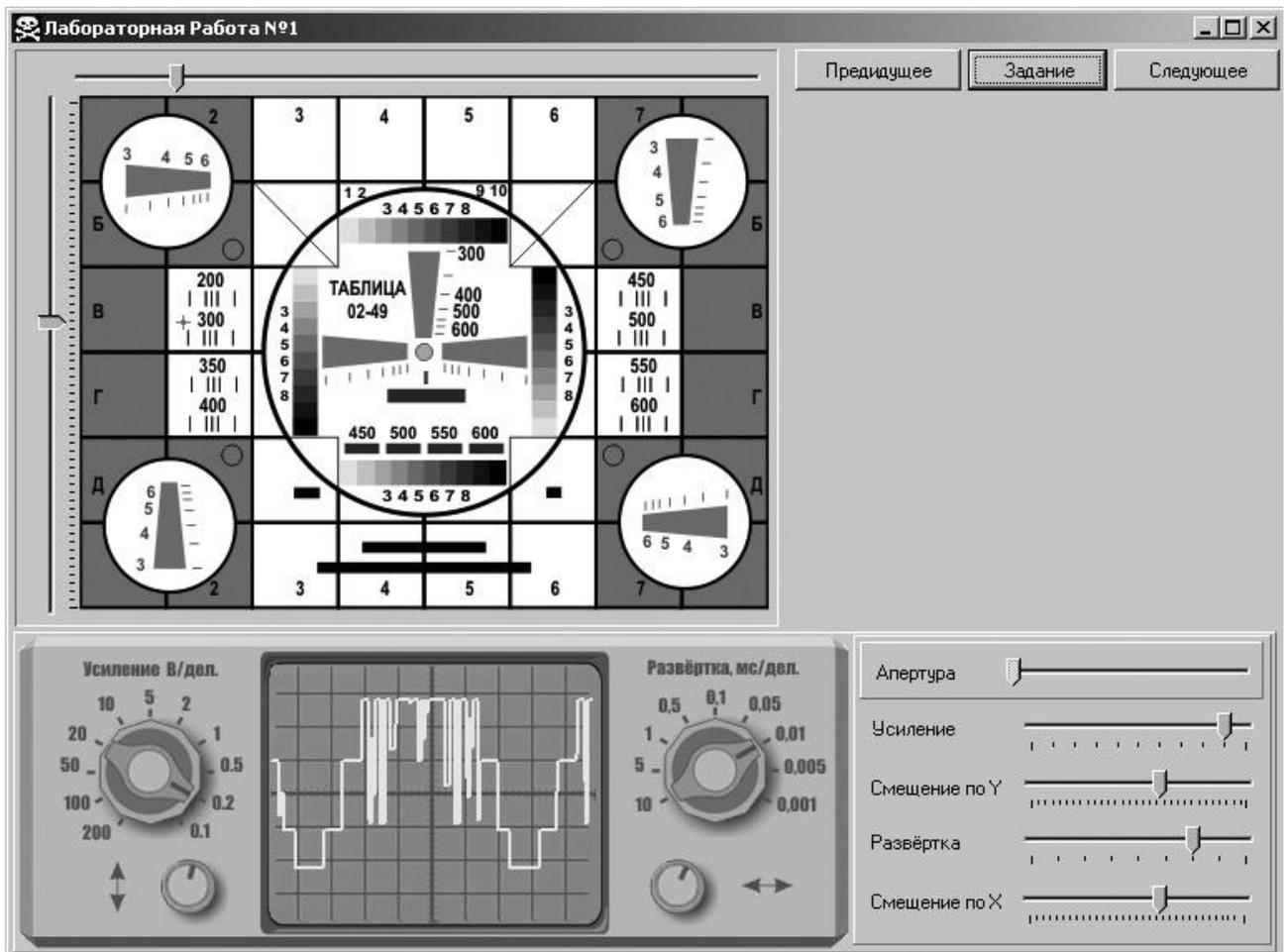
$$f_{\max} = z^2 kn/2,$$

где  $z$ - количество строк = 625,  
 $n$ - количество кадров в сек. = 25,  
 $k$ - коэффициент формата = 4/3.

После выполнения этого задания нажать кнопку «Следующее» и перейти к следующему заданию, при этом на экране отобразится панель, представленная на **рис.1.1**. На этой панели представлен экран видео контрольного устройства (ВКУ) и осциллографа со следующими органами управления:

- Движок усиления амплитуды сигнала
- Движок вертикального смещения луча
- Движок время/деления развертки
- Движок горизонтального смещения луча

Кроме того слева от экрана ВКУ расположен движок выбора позиции строки в кадре, а над ним выбора ее стартовой точки.



**Рис.1.1. Инструментальная панель работы № 1**

5. Измерить длительность, частоту следования и скважность кадровых синхроимпульсов (**КСИ**). Для измерения **периода следования КСИ** движок **развертки** указателем мышки с нажатой левой клавишей поставить в положение **10 мс** или **5 мс** и если изображение сигнала не совпадает с масштабной сеткой осциллографа, то **движком смещения** совместить передний фронт импульса с ближайшей вертикальной линией масштабной сетки осциллографа после определить время периода КСИ. Измерение **длительности КСИ** производится аналогично, только время развертки установить в положение **10 мкс**.
6. Измерить длительность, частоту следования и скважность кадровых гасящих импульсов (**КГИ**). Измерение производится аналогично пункту 5.
7. Измерить длительность, частоту следования и скважность строчных синхроимпульсов (**ССИ**). Для этого период ССИ измеряется в положении развертки **10 мкс/дел**, а длительность ССИ в положении

1мкс/дел. Зарисовать осциллограмму в соответствующем масштабе аналогично пункту 5.

8. Измерить длительность, частоту следования и скважность строчных гасящих импульсов (СГИ). Измерение параметров СГИ производится аналогично пункту 5.
9. Измерить период и частоту следования сигналов вертикальных линий изображения «сетчатого поля»

**Зарисовать полученное изображение и соответствующие осциллограммы для двух строк соответствующих вертикальным и горизонтальным линиям, как показано на рис.1.2.** Выбор строк производится движком вертикального позиционирования строк (выбор строки), расположенный слева от экрана ВКУ. Измерение параметров сигналов вертикальных линий производится аналогично пункту 6. Измерение следует протоколировать.

После этого осциллограмму кадровой структуры, как показано на рис.1.2.

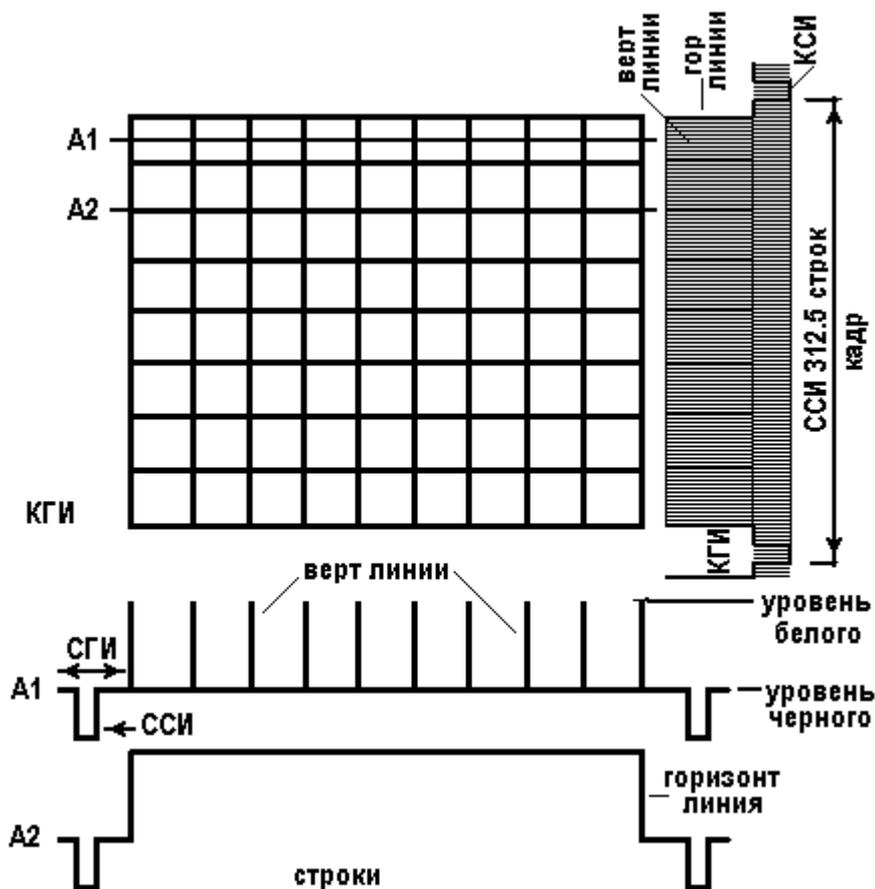


Рис.1.2. Сигналы сетчатого поля

10. Измерить период и рассчитать частоту видеосигнала изображения «**шахматного поля**». Зарисовать изображение с экрана ВКУ и осциллограммы сигналов по строке и кадру и привести расчеты аналогично пункту 9.
11. Исследовать форму ПТВС при передаче изображения «**горизонтальные полосы**». Зарисовать изображение с экрана ВКУ и осциллограммы сигналов по строке (2 строки соответствующих белой и черной полосы) и кадру.
12. Исследовать форму ПТВС при передаче изображения «**вертикальные полосы**». Зарисовать изображение с экрана ВКУ и осциллограммы сигналов по строке и кадру.
13. Исследовать форму ПТВС при передаче изображения «**градационный клин**». Измерить количество ступенек и зарисовать изображение с экрана ВКУ и осциллограммы сигналов по строке и кадру.
14. Схематически зарисовать сигнал изображения испытательной таблицы ТИТ-0249 и осциллограммы ПТВС 2 наиболее информативных строк этой таблицы. На осциллограммах обозначить и измерить в процентных соотношениях уровни составляющих ПТВС относительно максимального размаха сигнала.
15. Исследовать влияние размера (сечения) сканирующего элемента на амплитудно-частотную характеристику видеосигнала. Зарисовать осциллограммы 2 строк при минимальном и максимальном сечении апертуры (левом и правом положении движка «**размер апертуры**»).

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Цель работы.
2. Осциллограммы измерений и расчетные данные.
3. Выводы.

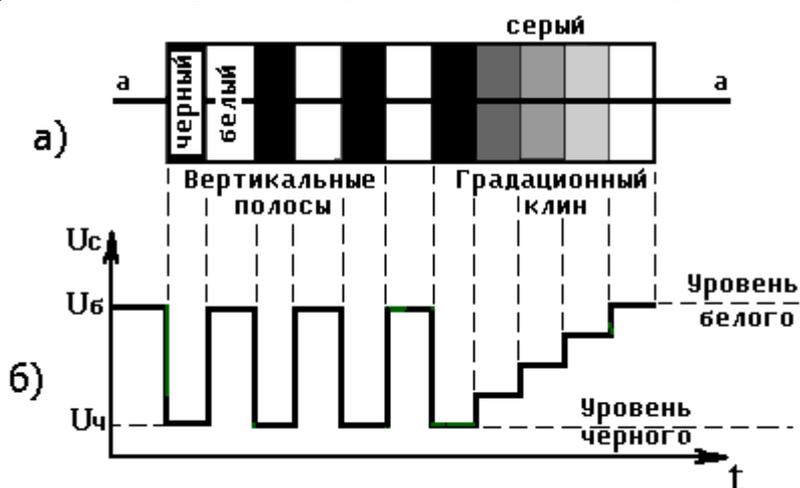
## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Объясните назначение синхронизирующих импульсов и их параметры.
2. Объясните назначение гасящих импульсов и их параметры.
3. Начертите форму полного ТВ сигнала длительностью 2х строк и объясните назначение его составляющих.

4. По какому признаку отличаются сигналы синхронизации от сигналов изображения? Что это дает?
5. От чего зависит четкость ТВ изображения по вертикали и как ее оценить по ТИТ?
6. Как получить изображение сетчатого поля?
7. Как получить изображение клетчатого поля?
8. Как проверить по таблице качество работы черезстрочной развертки?
9. Перечислите и объясните качественные показатели ТВ изображений?
10. Какие качественные показатели позволяет контролировать ТИТ?
11. От чего зависит полоса частот ТВ сигнала?
12. Каким образом передается информация о координатах элементов изображения?

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

**Форма видеосигнала.** Величина видеосигнала, получаемого на выходе фотоэлектрического преобразователя, является функцией времени и пропорциональна яркости передаваемых элементов изображения, например, для черно-белого изображения показанного на **рис.1.3**, **высокий уровень сигнала соответствует белому цвету соответствует, низкий уровень - черному цвету, а промежуточные уровни сигнала - градациям серого.**



**Рис.4.3. Формирование видеосигнала.**

**а) - передаваемое изображение, б)-сигнал при развертки строки а-а.**

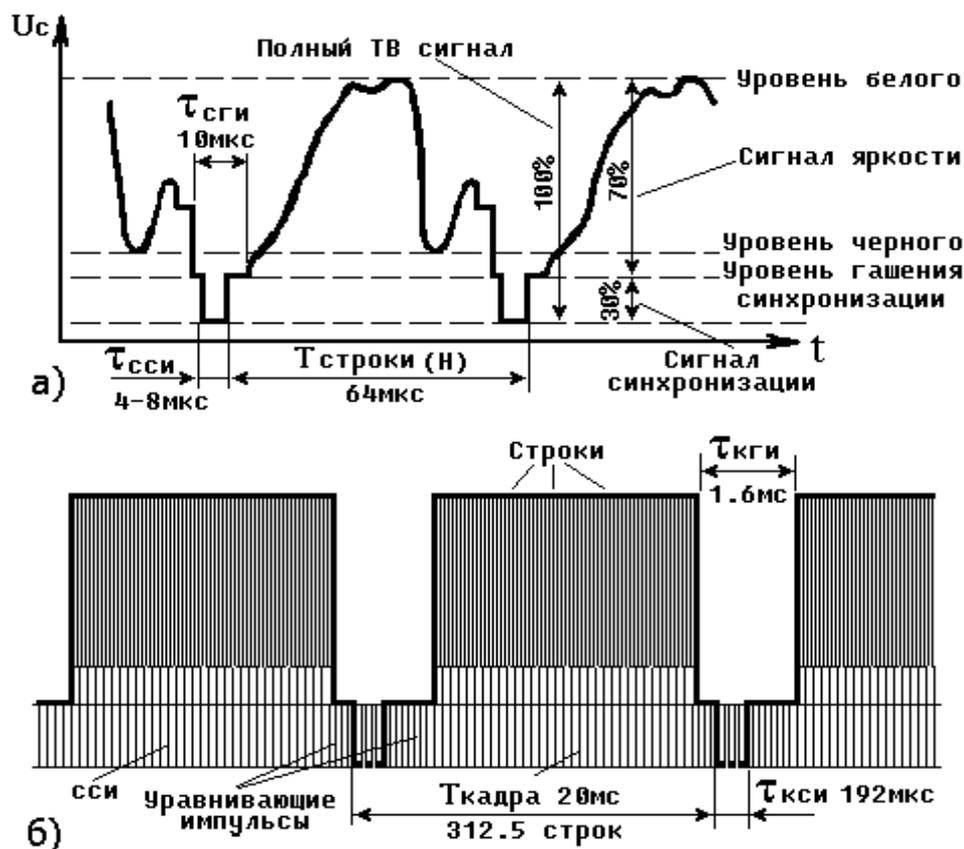
У нас в стране, как и на всем пост советском пространстве, принят стандарт вещательного ТВ со следующими основными параметрами сигналов:

1. Общее число строк в кадре – 625;
2. Число кадров в секунду – 25 при через строчной развертке (рис.3.2-б);
3. Число полукадров в секунду – 50, по 312,5 строк в каждом полукадре;

4. Формат кадра 4/3;
5. Период строчной развертки – 64 мкс ( $f_{стр} = 15625\text{Гц}$ );
6. Длительность СГИ – 10 -12 мкс (время обратного хода по строке);
7. Длительность ССИ – 5 - 6 мкс ( $0.08-0.1H$ ), где  $H = 64\text{ мкс}$ ;
8. Период кадровой развертки – 20 мс ( $f_k = 50\text{Гц}$ );
9. Длительность КГИ – 1500-1600 мкс (время обратного хода по кадру);
10. Длительность КСИ – обычно выбирается равной  $3H = 192\text{ мкс}$

Таким образом, в состав полного ТВ сигнала вещательного стандарта, форма которого по строкам и кадрам представлена на **рис.1.4**, входят следующие компоненты:

1. Видео (яркостной) сигнал.
2. Строчные и кадровые гасящие импульсы (СГИ и КГИ).
3. Строчные и кадровые синхронизирующие импульсы (ССИ и КСИ).
4. Врезки в КСИ двойной строчной частоты.
5. Уравнивающие импульсы.
6. Постоянная (яркостная) составляющая.



**Рис.1.4. Форма видеосигнала за период строки (а) и кадра (б)**

Рассмотрим назначение составных частей ПТВС.

1. **Видео сигнал** несет информацию о яркостях передаваемых точек изображения – это то, что мы видим на экране телевизора.

2. **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 (рис.1.4)**
3. **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. Для надежного выделения синхроимпульсов из ПТВС в телевизоре они передаются в отрицательной полярности на уровне «чернее черного» с размахом 30% от полного ТВ сигнала, как показано на рис.1.4. (а)**
4. **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.**
5. **Уравнивающие импульсы предотвращают слипание строк четного и нечетного полукадра.** Дело в том, что при 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, как показано на рис.4.5.**

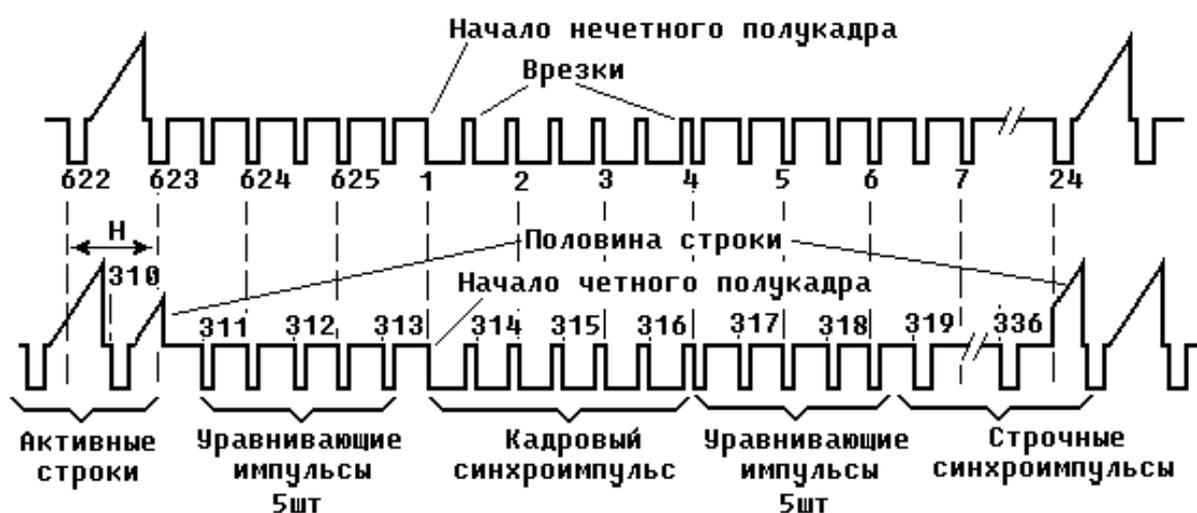


Рис. 4.5. Форма ПТВС при через строчной развертке.

6. **Постоянная или средняя (яркостная) составляющая** видеосигнала возникает из-за того, что видеосигнал по своей природе сигнал не гармонически, а импульсный, 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 то 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.

**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  $f_k$ .**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Телевидение. Под ред. Джакони В.Е. – М.: Радио и связь, 2002.
2. Самойлов В.Ф. Хромой Б.П. Телевидение. – М.: Связь, 1975.

## 2. Лабораторная работа №2

### «Исследование модуля кадровой развертки»

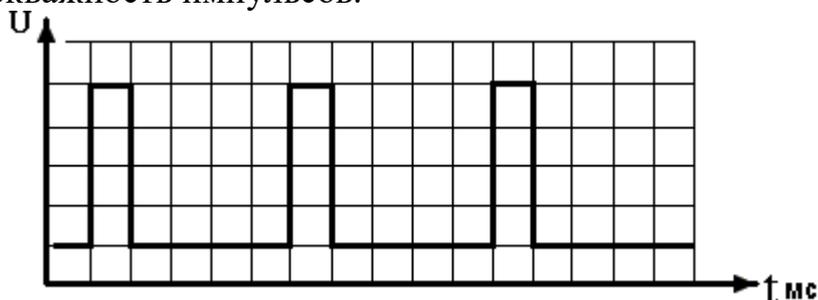
**Целью** данной работы является изучение принципов построения модуля кадровой развертки МК-1-1 унифицированного телевизионного приёмника ЗУСЦТ и провести экспериментальное исследование его работы.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

- изучить структурную и принципиальную схему модуля кадровой развертки МК1-1;
- Исследовать осциллограммы сигналов в различных контрольных точках схемы и оценить влияние органов регулировок на их форму.

**Порядок выполнения работы:**

1. Запустить программу 2 раза щелкнув левой клавишей мышки по иконке «2» лабораторной работы.
2. После открытия окна работы записать в отчет название и цель лабораторной работы.
3. Зарисовать форму синхронизирующих импульсов, поступающих на задающий генератор как показано на **рис. 2.1**. Измерить амплитуду, длительность и период следования импульсных сигналов. Рассчитать частоту и скважность импульсов.



**Рис. 2.1** КСИ на входе блока в КТ-1

4. Перейти к пункту 2. Исследовать влияние изменения сопротивления R14 (частота кадров) на частоту сигнала, зарисовав 3 осциллограммы сигналов на выходе задающего генератора (**КТ-2**) для минимального, среднего и максимального значения R14. Измерить период, а так же время прямого и обратного хода импульсного сигнала для каждого значения R14.
5. Исследовать характер изменения параметров изображения при изменении величины сопротивления R13 (линейность кадров). Зарисовать осциллограммы для 3 значений величины R13 (минимального, среднего и максимального)

6. Исследовать влияние сопротивления **R16 (размер кадра)** на изображение таблицы. Зарисовать осциллограммы сигналов в **КТ-5** для 3 положений R16.
7. Зарисовать осциллограмму сигнала на первом входе дифференциального усилителя, на базе транзистора VT4 (**КТ-6**).
8. Зарисовать осциллограмму сигнала на втором входе дифференциального усилителя, на базе транзистора VT6 (**КТ-7**).
9. Зарисовать форму напряжения на отклоняющих катушках модуля кадровой развертки.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Цель работы.
2. Осциллограммы измерений и эскизные рисунки наблюдаемых изображений испытательной таблицы.
3. Выводы.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назначение блока кадровой развертки в телевизоре.
2. Показать на принципиальной схеме функциональные блоки кадровой развертки.
3. Показать на осциллограмме выходного напряжения задающего генератора время прямого и обратного хода.
4. Перечислить какие элементы задающего генератора отвечают за прямой и обратный ход.
5. Пояснить назначение эмиттерного повторителя.
6. Пояснить назначение дифференциального усилителя.
7. По какой схеме собран выходной каскад и пояснить принцип его работы.
8. Пояснить что является источником питания нижнего плеча выходного каскада.
9. Пояснить назначение блока «генератора импульсов обратного хода» и принцип его работы.
10. Пояснить что зритель увидит на экране телевизора при выходе из строя блока кадровой развертки.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Блок кадровой развертки предназначен для отклонения электронного луча кинескопа по вертикале за счет формирования пилообразного тока в отклоняющих катушках расположенных на горловине кинескопа.

Структурная схема модуля кадровой развертки телевизора ЗУСЦТ и его внешний вид представлена на рис.2.2 и рис.2.3 соответственно.



Рис.2.2. Структурная схема блока кадровой развертки МК-1-1

Модуль кадровой развертки включает в себя следующие блоки:

- **Задающий генератор (ЗГ)** – предназначен для формирования импульсов пилообразной формы кадровой частоты.
- **Эмитерный повторитель (ЭП)** – представляет собой буферный каскад с большим входным сопротивлением, исключающий влияние следующих каскадов на форму пилообразного напряжения ЗГ.
- **Дифференциальный каскад (ДУ)** предназначен для автоматической стабилизации вертикального размера изображения при изменении температуры и питающих напряжениях.
- **Предварительный каскад (ПК)** представляет собой парафазный усилитель, обеспечивающий усиление сигнала до необходимого уровня управления мощным выходным каскадом.

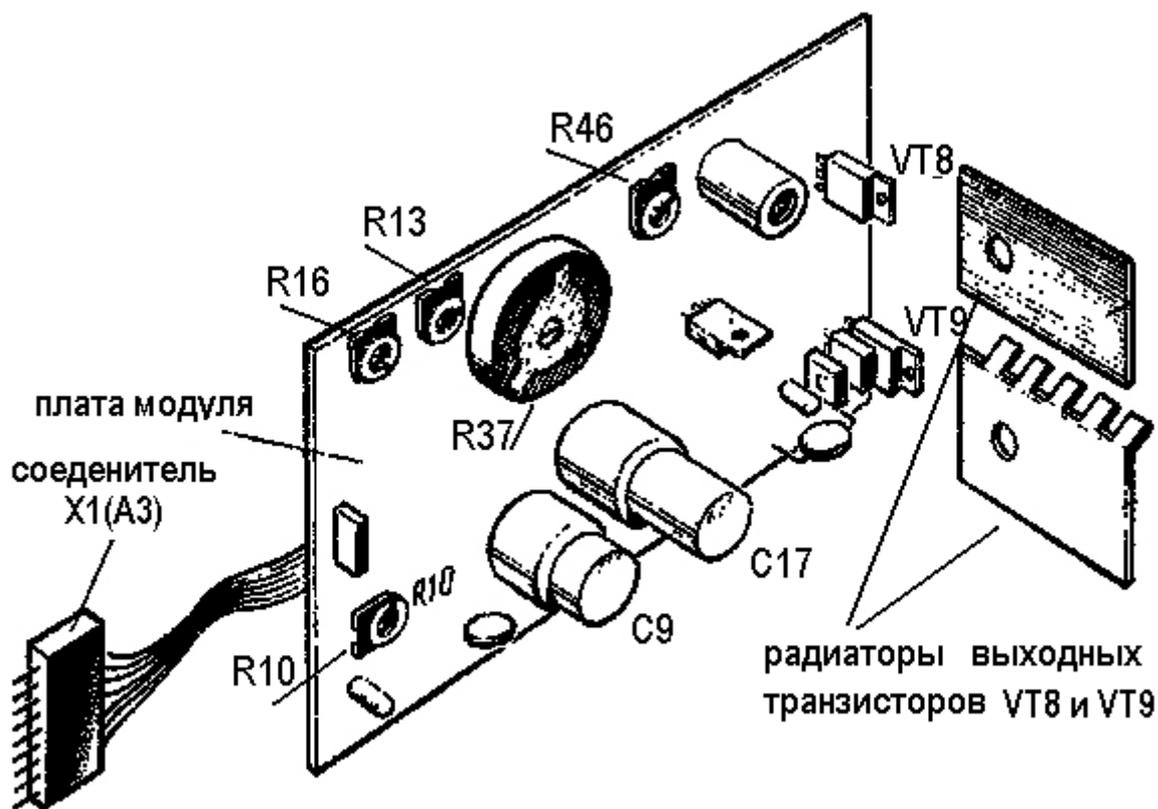


Рис.2.3. Внешний вид модуля кадровой развертки

- **Выходной каскад (ВК)** представляет собой без трансформаторный двухтактный каскад, создающий в кадровых катушках отклонения пилообразный ток с амплитудой необходимой для отклонения развертывающего луча по всей вертикальной плоскости экрана.
- **Генератор импульсов обратного хода** предназначен для уменьшения времени обратного хода луча за счет кратковременного повышения питающего напряжения ВК.
- **Генератор импульсов гашения** предназначен для гашения луча кинескопа на время обратного хода по кадру.
- **ОС-** отклоняющая система, представляющая катушки индуктивности создающие магнитное отклоняющее траекторию электронного луча развертки кинескопа.

**Принципиальная схема модуля кадровой развертки МК-1-1** представлена на **рис.2.4**, и работает следующим образом.

**Задающий генератор** собран по схеме генератора пилообразного напряжения с высокой линейностью на транзисторах различной проводимости VT1 и VT2. При включении питания оба транзистора открываются и генератор

представляет собой двухкаскадный усилитель, выход которого соединен со входом через цепи C2,R3 и C4,R4. При этом возникает лавинообразный процесс, и оба транзистора переходят в режим насыщения. Промежуток времени, когда транзисторы находятся в режиме насыщения, соответствует времени обратного хода.

Через открытые транзисторы происходит заряд конденсаторов C2 и C4 от источника напряжения 12 В. После окончания заряда конденсаторов транзистор VT1 закрывается по базе положительным напряжением на конденсаторе C2, а транзистор VT2 переходит в усилительный режим. Формирование времени прямого хода пилообразного напряжения происходит за счет разряда конденсатора C4 по цепи: верхняя обкладка конденсатора C4, резистор R4, коллекторный и эмиттерный переход транзистора VT2, корпус, источник питания, резистор R8, нижняя обкладка конденсатора C4.

Конденсатор C2 разряжается через резистор R3 до момента открывания транзистора VT1. После этого процесс повторяется, происходит формирование обратного хода кадровой развертки. Частота кадров регулируется с помощью переменного резистора R14.

Синхронизация генератора осуществляется импульсами положительной полярности, которые поступают с контакта 7 соединителя X1(A3) через цепь R1, C1. Транзистор открывается, и задающий генератор переходит в режим формирования обратного хода пилообразного напряжения.

На базу транзистора VT2 с контакта 10 соединителя X1(A3) через резистор R6 поступает напряжение, пропорциональное току лучей кинескопа, которое формируется в модуле строчной развертки. Под влиянием этого напряжения изменяется размах пилообразного напряжения и стабилизируется размер изображения по вертикали при изменении тока лучей.

С конденсатора C4 через резистор R7 пилообразное напряжение поступает на базу эмиттерного повторителя, с обратного на транзисторе VT3. Цепь, состоящая из элементов C7, R12, R13, подсоединенная к базе транзистора VT3, предназначена для регулировки линейности по кадрам.

Пилообразное напряжение снимается с части нагрузки эмиттерной цепи транзистора VT3-переменного резистора R16, регулирующего размер кадров, и через конденсатор C8 поступает на базу транзистора VT4.

Транзисторы VT4, VT6 образуют дифференциальный усилитель с общей эмиттерной нагрузкой - резистором R21.

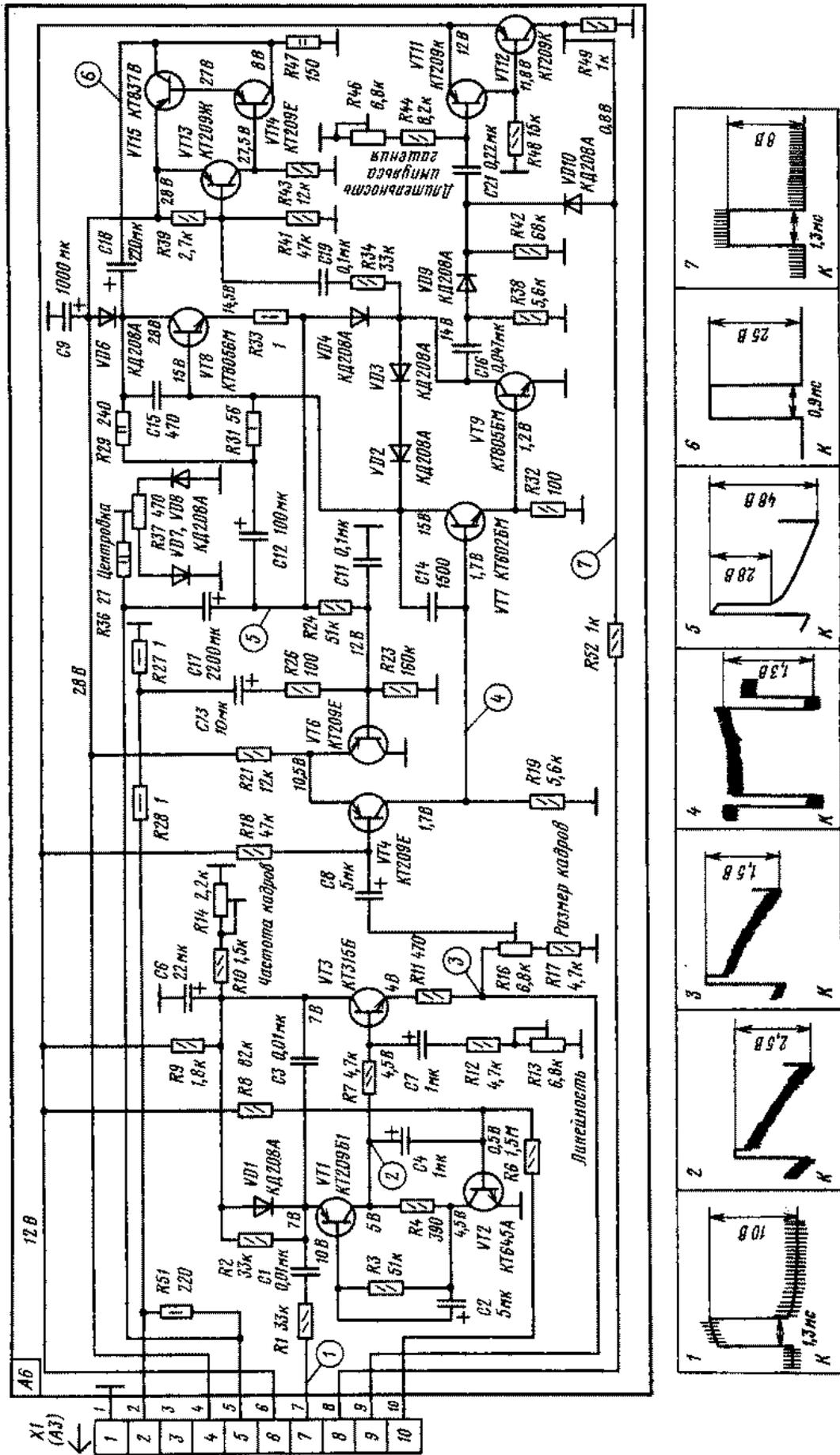


Рис.2.4. Принципиальная схема модуля кадровой развертки МК-1-1

**Дифференциальный усилитель (ДУ)** в схеме кадровой развертки предназначен для стабилизации размеров раstra по вертикали, при воздействии дестабилизирующих факторов (температура, изменение питающих напряжений, разброс параметров транзисторов). Управление коэффициента усиления VT4 производится изменения режима работы транзистора VT6 сигналом обратной связи по переменному и постоянному току.

Резистор R20 обеспечивает режим транзистора VT4 по постоянному току. Дифференциальный усилитель с отрицательной обратной связью (ООС) по переменному и постоянному токам упрощает регулировку линейности по кадрам и улучшает термостабилизацию выходных транзисторов. Для создания ООС по переменному току пилообразное напряжение снимается с резистора R27, соединенного последовательно с кадровыми отклоняющими катушками (ОК), и через конденсатор C13 подается на базу транзистора VT6. Это напряжение, пропорциональное пилообразному току в кадровых ОК, находится в противофазе с напряжением на базе транзистора VT4 и при увеличении тока через кадровые катушки уменьшает усиление ДУ, т.е. стабилизирует размер по кадрам. Не менее важным является и то обстоятельство, что наличие ООС по переменному току позволяет получить на базе транзистора выходного каскада напряжение пилообразно-параболической формы, в котором параболическая составляющая предназначена для компенсации индуктивной части полного сопротивления кадровых отклоняющих катушек. При пилообразно-параболической форме управляющего напряжения через ОК протекает линейно нарастающий ток. Отрицательная обратная связь по постоянному току осуществляется подачей на базу VT6 напряжения с делителя на резисторах R23 и R24, подсоединенного к эмиттеру транзистора VT 8 через резистор R33.

**Предварительный усилитель** собран на транзисторе VT7 и выполнен по схеме с разделенной нагрузкой - на резисторах R31 и R29 в цепи коллектора и R32 в цепи эмиттера. С нагрузок в эмиттерной и коллекторной цепях транзистора VT7 сигналы в противофазе поступают на базы транзисторов выходного каскада VT8 и VT9.

**Выходной каскад** выполнен по двухтактной бестрансформаторной схеме с переключающим диодом. Транзисторы VT8 и VT9, выключенные последовательно через диод VD4, и резистор R33 работают поочередно. В первую половину прямого хода (от верха экрана до середины) открыт и пропускает ток в ОК транзистор VT8 по цепи: источник напряжения 28В, диод VD6, коллекторный и эмиттерный переходы транзистора VT8, резистор R33, конденсатор C17, контакт 5 соединителя X1(A3), соединительная плата, модуль строчной развертки, кадровые ОК и снова после соединительной платы контакт 2 соединителя X1(A3), резисторы R28, R27, корпус. **При этом происходит заряд конденсатора C17.** Ток транзистора VT8 постепенно уменьшается, и к моменту, когда развертывающие лучи достигают середины экрана, транзистор VT8 закрывается, а транзистор VT9 открывается.

Начинается постепенное увеличение тока транзистора VT9 от нуля до максимума, что соответствует отклонению электронного луча от середины до нижнего края экрана в направлении кадровой развертки. При этом источником питания нижнего плеча является заряженный C17, обеспечивающий протекание тока от положительной обкладки конденсатора C17 через диод VD4, коллекторный и эмиттерный переходы транзистора VT9, корпус, резисторы R27, R28, контакт 2 соединителя X1(A3), соединительную плату, модуль строчной развертки, кадровые катушки отклоняющей системы (ОС), контакт 5 соединителя X1(A3), минусовая обкладка конденсатора C17.

Когда лучи кинескопа достигают нижнего края экрана, прекращается поступление открывающего импульса на базу транзистора VT9, транзистор VT9 закрывается, а транзистор VT8 открывается базовым током, который протекает от источника 28В через диод VD6, резисторы R28, R31, коллекторный и эмиттерный переходы транзистора VT8, резистор R33, конденсатор C17, контакт 5 соединителя X1(A3).

При этом формируется напряжение обратного хода развертки, которое быстро возвращает лучи кинескопа от нижнего края экрана к верхнему. Падение напряжения на диоде VD4, создаваемое током отклонения во время второй половины прямого хода развертки, обеспечивает закрытое состояние транзистора VT8 в тот промежуток времени, когда открыт транзистор VT9. Диоды VD2 и VD3 служат для создания начального закрывающего напряжения и одновременно обеспечивают термокомпенсацию транзисторов выходного каскада.

**Центровка по вертикали** осуществляется с помощью диодов VD7, VD8 и переменного резистора R37, которые подключены через резистор R36 и контакт 5 соединителя X1(A3) к кадровым ОК.

Транзисторы VT8 и VT9 выходного каскада работают поочередно. Обратный ход кадровой развертки начинается после резкого закрывания одного из транзисторов. Из-за того, что время начала обратного хода развертки совпадает с открыванием второго транзистора, индуктивность кадровых ОК оказывается шунтированной малым входным сопротивлением транзистора. Кроме того, поскольку время обратного хода значительно меньше времени прямого хода (1.5-1.6 мс), то индуктивность обмоток кадровых катушек начинает сказываться в виде замедления скорости перемещения луча, что приводит к значительному увеличению длительности обратного хода кадровой развертки. Это приводит к тому, что за отведенное время луч не успеет подняться до верха экрана. Для устранения этого явления используется **генератор импульсов обратного хода**, который позволяет уменьшить **длительность обратного хода**. Данный узел является вспомогательным и повышает напряжение питания выходного каскада на время обратного хода развертки.

**В модуле МК-1-1 генератор импульсов обратного хода**, выполнен на элементах VD11, VT13, VT14 и конденсаторе вольтодобавки C18. Для работы вольтодобавки необходимо чтобы во время прямого хода транзистор VT15 был

закрит и тогда С18 через диод VD6 заряжается по напряжению питания, а. во время обратного хода VT15 должен быть полностью открыт. При этом к верхнему концу резистору R47, а следовательно к правой обкладке С18 также будет приложено напряжение питания. Таким образом, во время обратного хода коллектору VT8 будет проложено удвоенное питающее напряжение складывающееся из напряжения питания через диод VD6 и конденсатора С18 (рис.2.4). Данная схема позволяет снизить питающее напряжение выходного каскада во время прямого хода, что повышает КПД каскада.

**Каскад формирования импульсов гашения обратного хода** кадровой развертки собран по схеме ждущего мультивибратора на транзисторах VT11 и VT12. Связь между коллектором транзистора VT9 и базой транзистора VT11 осуществляется цепью С16,VD9,С21. Длительность импульса гашения можно регулировать в пределах 0,8...1,6 мс, изменением постоянной времени цепи базы транзистора VT11 с помощью переменного резистора R46.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ельяшкевич С.А., Пескин А.Е. Телевизоры ЗУСЦТ, 4УСЦТ, 5УСЦТ. Устройство, регулировка, ремонт. М. Символ 1993г. 224с.
2. С.А. Ельяшкевич Цветные телевизоры ЗУСЦТ- М.: Радио и связь 1989г.

### 3. Лабораторная работа №3

## «Исследование модуля строчной развертки»

---

**Целью** данной работы является изучение принципов построения модуля строчной развёртки МС-3 унифицированного телевизионного приёмника ЗУСЦТ и провести экспериментальное исследование его работы.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

- изучить структурную и принципиальную схему модуля строчной развертки МС-3;
- Исследовать осциллограммы сигналов в различных контрольных точках схемы и оценить влияние органов регулировок на их форму.

Запустить программу 2 раза щелкнув левой клавишей мышки по иконке «4» лабораторной работы.

**Порядок выполнения работы:**

1. После открытия окна работы записать в отчет название и цель лабораторной работы и начать выполнение работы.
2. Исследовать влияние величины сопротивления **R14** (частота строк, расположенного в submodule синхронизации) на параметры изображения и импульсных сигналов. Зарисовать осциллограммы сигналов, замерить период, длительность и размах импульсов, а также рассчитать частоту для **3** значений **R14** (минимального, среднего и максимального).
3. Зарисовать форму напряжения на коллекторе транзистора VT1 предварительного усилителя. Измерить размах импульсов.
4. Зарисовать форму напряжения на вторичной обмотке трансформатора T1. Измерить амплитуду сигнала.
5. Зарисовать форму напряжения на отклоняющих катушках. Измерить амплитуду, длительность и период импульсов.
6. Определить влияние сопротивления R13 (размер по горизонтали) на параметры изображения. Определить по изображению ВКУ, как изменяется размер раstra по горизонтали при изменении значения R13 от минимального до максимального зарисовав схематически изображение испытательной таблицы.

7. При номинальном размере раstra по горизонтали определить коэффициент нелинейности тока в строчных отклоняющих катушках по изображению шахматного поля на экране ВКУ по приведенной на экране формуле.
8. Зарисовать форму сигнала на входе усилителя формирователя параболического напряжения в submodule коррекции раstra. Измерить амплитуду и определить частоту импульсного сигнала.
9. Зарисовать форму сигнала на выходе усилителя формирователя параболического напряжения.
10. Зарисовать форму сигнала на втором входе дифференциального усилителя.
11. Зарисовать форму сигнала на входе ключевого каскада.
12. Исследовать влияние сопротивления **R5 (коррекция вертикальных линий)** на длительность импульсов и параметры изображения.
13. Исследовать влияние сопротивления R13 (размер по горизонтали) на длительность импульсов.

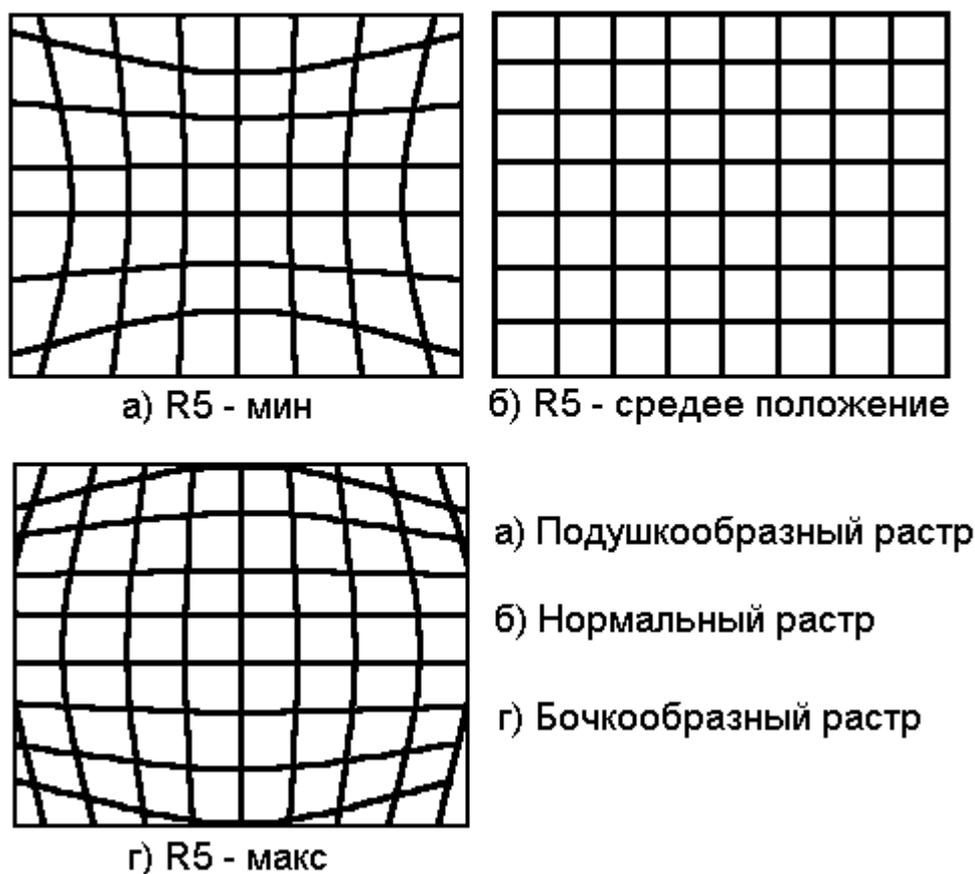


Рис.3.1. Влияние R5 (коррекция вертикальных линий) на форму раstra

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Осциллограммы измерений и эскизные рисунки наблюдаемых изображений испытательной таблицы.
3. Выводы.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение блока строчной развертки в телевизоре.
2. Пояснить отличительные особенности работы блока строчной развертки.
3. Пояснить какой формы должно быть отклоняющее напряжение строчной развертки и почему.
4. Показать на принципиальной схеме функциональные блоки строчной развертки и пояснить их назначение.
5. Указать где располагается задающий генератор строчной развертки.
6. Пояснить назначение блока коррекции раstra.
7. Пояснить причину возникновения подушкообразных искажений раstra.
8. Пояснить каким образом в телевизоре ЗУСЦТ устраняются подушкообразные искажения.
9. Перечислить функциональные блоки submodule коррекции раstra и рассказать принцип его работы.
10. Пояснить что зритель увидит на экране телевизора при выходе из строя блока строчной развертки.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Блок строчной развертки предназначен для отклонения электронного луча кинескопа по горизонтали за счет формирования пилообразного тока в отклоняющих катушках расположенных на горловине кинескопа, а так же формирования питающих напряжений кинескопа и коррекции растровых геометрических искажений.

Структурная схема модуля строчной развертки МС-3 и его внешний вид представлены на **рис.3.2** и **3.3** соответственно.

Модуль строчной развертки состоит из следующих блоков:

- Предварительный усилитель
- Мощный выходной каскад
- Вторичные источники напряжения 220В для питания видеоусилителей и 6.3В для питания накала кинескопа.

- Умножитель напряжения для формирования напряжений питания кинескопа (ускоряющего напряжения – 800В, фокусирующего напряжения – 4.7 КВ и ускоряющего напряжения 2 анода – 25 КВ)
- Субмодуль коррекции раstra (СМКР), который предназначен для устранения геометрических искажений раstra и стабилизации его размеров.

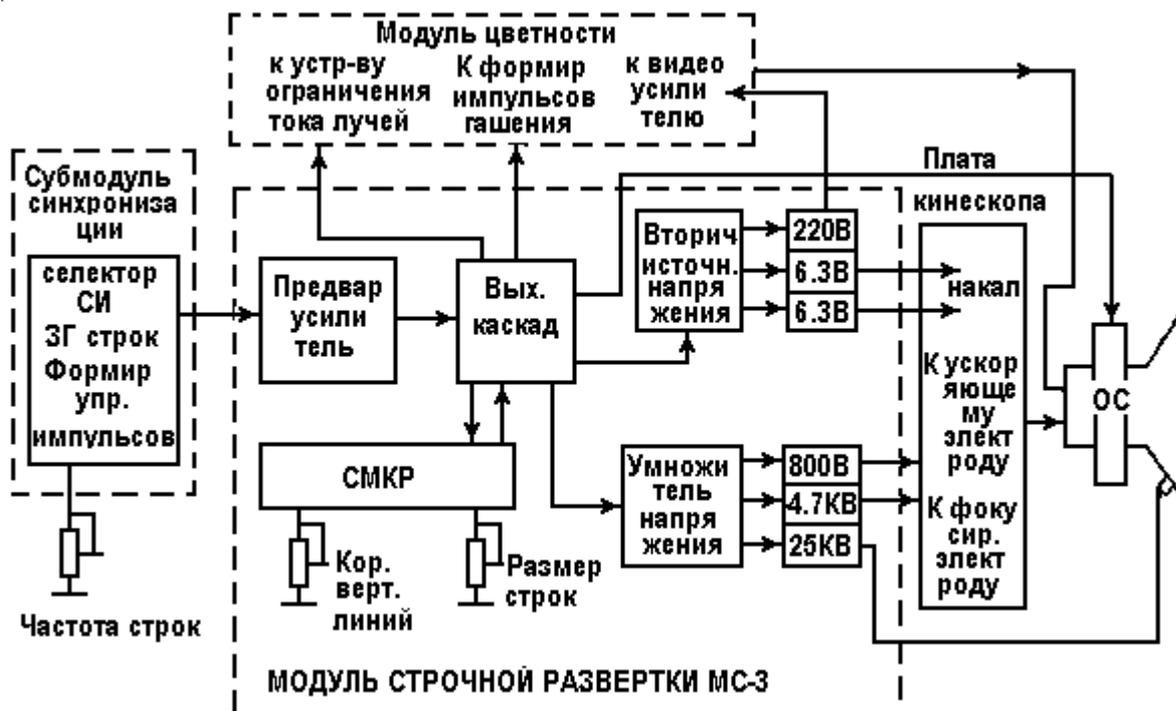
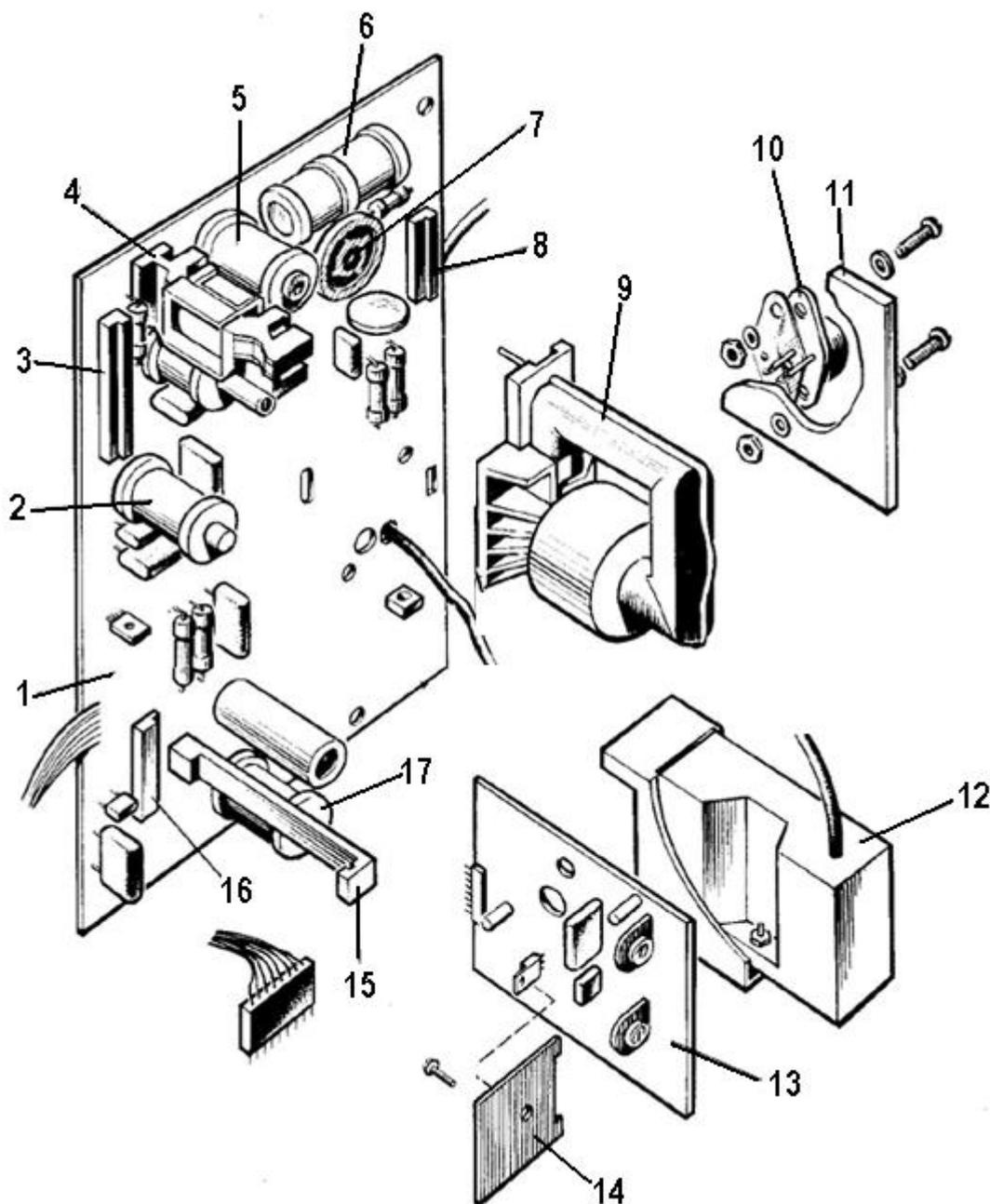


Рис.3.2. Структурная схема модуля строчной развертки МС-3

На рис.3.3 представлен внешний вид конструкции модуля строчной развертки МС-3, где:

1. Плата модуля
2. Трансформатор Т1
3. Розетка соединителя Х1 (А5)
4. Регулятор линейности строк (РЛС)
5. Дроссель L1
6. Конденсатор С10
7. Регулятор центровки строк **Р2**
8. Розетка соединителя Х4 (А8)
9. Трансформатор выходной строчный Т2 (ТВС)
10. Транзистор выходного каскада VT2
11. Радиатор охлаждения выходного каскада VT2
12. Умножитель напряжения
13. Субмодуль коррекции раstra
14. Радиатор транзистора VT4 субмодуля коррекции раstra
15. Держатель платы субмодуля коррекции раstra
16. Соединитель Х7 (А7.1)
17. Катушка L3



**Рис.3.3. Внешний вид конструкции модуля строчной развертки МС-3**

Рассмотрим работу блока строчной развертки по структурной схеме, представленной на **рис.6.2**. С выхода задающего генератора, расположенного в submodule синхронизации, импульсы запуска поступают на предварительный усилитель модуля строчной развертки. Модуль строчной развертки состоит из предварительного усилителя, выходного каскада и submodule коррекции раstra, предназначенного для устранения геометрических искажений вертикальных линий и стабилизации размера по горизонтали, а так же выходного строчного трансформатора, который является источником

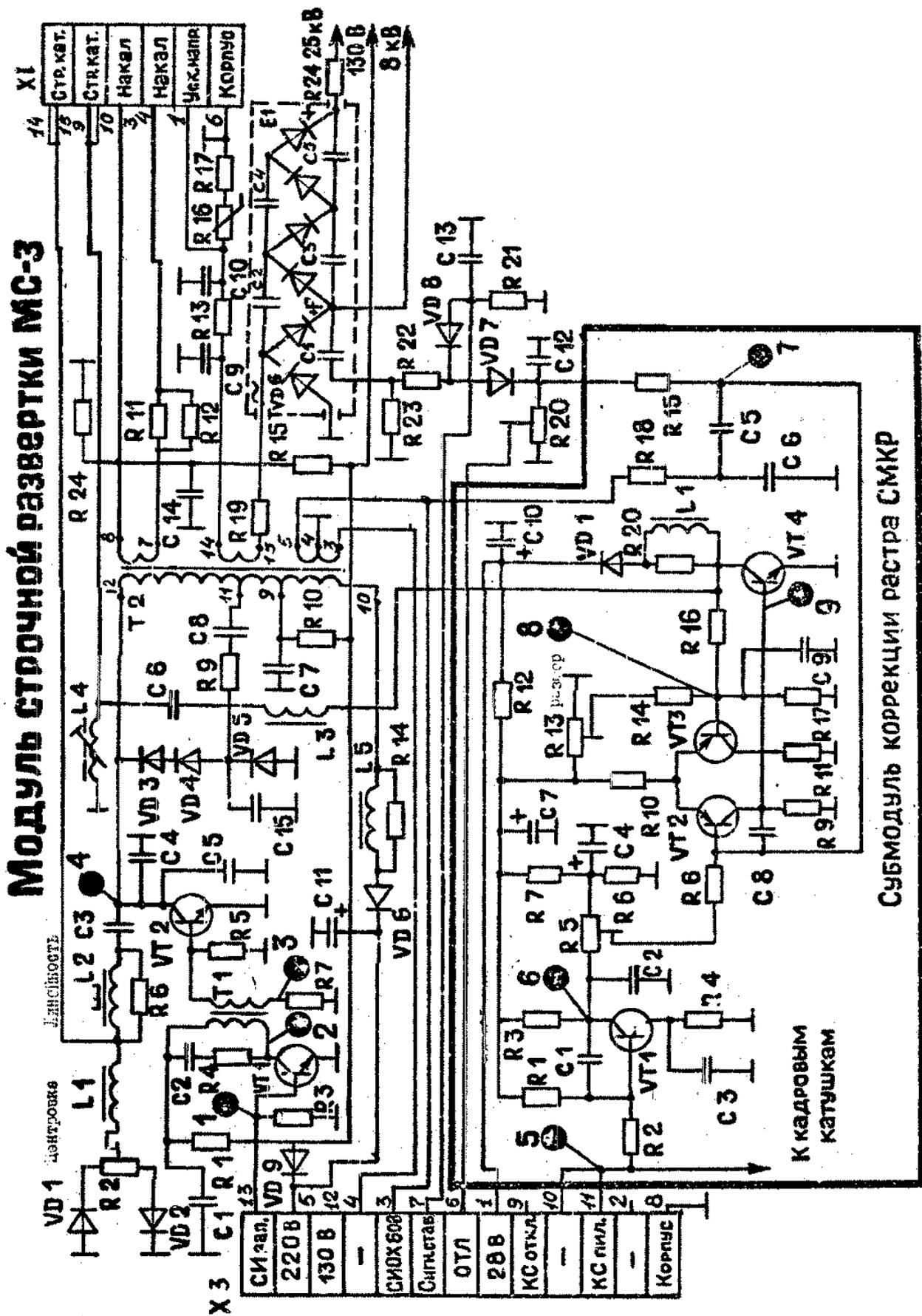


Рис. 3.3. Принципиальная схема модуля строчной развертки МС-3

напряжения для питания анода, фокусирующего и ускоряющего электродов кинескопа, которые создаются с помощью умножителя напряжения и кроме того напряжения 220 В для питания видеоусилителей модуля цветности.

Напряжение на подогреватели, кинескопа 6,3 В снимается с одной из вторичных обмоток строчного трансформатора и поступает на плату кинескопа, куда также поступают напряжения фокусирующего и ускоряющего электродов кинескопа.

Принципиальная схема модуля строчной развертки представлена на **рис.6.3**. На базу транзистора VT1 с субмодуля синхронизации УСР модуля радиоканала МРК-2 поступают управляющие прямоугольные импульсы длительностью 29...32 мкс с периодом следования 64 мкс. Для ограничения тока базы транзистора VT2 и возможности контроля с помощью осциллографа за формой и значением тока, первичная обмотка трансформатора T1 подсоединена к корпусу через резистор R7. В положительный полупериод управляющих импульсов транзистор VT1 открывается. Протекание тока через первичную обмотку трансформатора T1 в его коллекторной цепи сопровождается накоплением магнитной энергии. В отрицательный полупериод управляющих импульсов транзистор VT1 закрывается. Закрывание транзистора VT1 вызывает резкое прекращение тока в его коллекторной цепи и появление ЭДС самоиндукции. При этом в контуре, образованном индуктивностью обмоток трансформатора и их распределенной емкостью, возникают собственные колебания. Для уменьшения выброса напряжения вначале этого процесса первичная обмотка трансформатора T1 шунтирована цепью R4,C2. Конденсатор C2 понижает частоту колебательного процесса, а резистор R4 шунтирует контур в такой степени, чтобы на обмотке возникала только одна полуволна напряжения, которая трансформируется во вторичную цепь.

Со вторичной понижающей обмотки трансформатора T1 импульсы напряжения поступают в цепь базы VT2, управляя формированием пилообразного отклоняющего тока.

Выходной каскад состоит из электронного ключа на мощном транзисторе VT2, демпферных диодов VD3-VD5 и выходного строчного трансформатора T2 типа ТВС -110.ПЦ15. К коллектору транзистора VT2 через конденсатор C3 и регулятор линейности L2 подсоединена отклоняющая система, а через обмотку T2 с выводами 12-9 и резистор R10 -шина питания 130 В.

Конденсатор C3 предназначен для гальванической развязки отклоняющих катушек от источников питания, а обмотка трансформатора T2 с выводами 12-9, индуктивность которой во много раз превышает индуктивность катушек ОС, исключает возможность замыкания на корпус импульсов строчной частоты через источник питания. Резистор R10 ограничивает ток выходного транзистора при пробоях в кинескопе и уменьшает влияние изменения тока лучей на размер раstra по горизонтали. Увеличение тока выходного транзистора, свыше установленных пределов при пробоях в кинескопе, можно объяснить тем, что такие пробои равнозначны короткому замыканию обмотки трансформатора с

выводами 14-15. Кроме того, резистор R10 совместно с конденсатором C7 образует дополнительную ячейку в цепи питания.

Перемещение луча от левого края экрана к его центру в первую половину прямого хода определяется энергией, накопленной в строчных отклоняющих катушках за предыдущий период. При этом ток протекает по цепи: отклоняющие катушки, контакты 9,10 соединителя X1, катушка L4, корпус, диоды VD3-VD5, конденсатор C3, регулятор линейности L2, контакты 14-15, соединителя X1, отклоняющие катушки. Когда луч достигает центра экрана и энергия отклонения уменьшается до нуля, на базу транзистора VT2 поступает положительный импульс. Ток в коллекторной цепи транзистора начинает линейно возрастать, что сопровождается перемещением электронного луча от центра экрана к его правому краю. Теперь ток протекает через отклоняющие катушки, контакты 14,15 соединителя X1, регулятор линейности L2, конденсатор C3, коллекторный и эмиттерный переходы транзистора VT2, корпус, диод VD5, конденсатор C6, контакты 9,10 соединителя X1 на отклоняющую систему. Когда луч достигает правого края экрана, транзистор VT2 закрывается, поскольку заканчивается положительный импульс, поступающий от предварительного каскада.

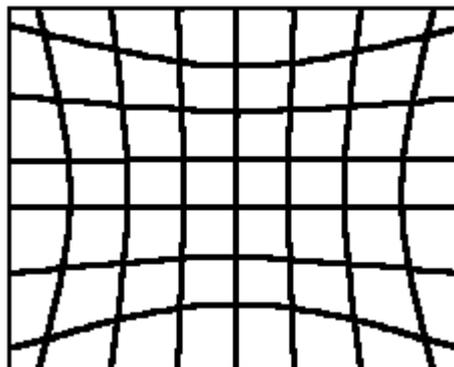
Прекращение тока в отклоняющих катушках вызывает колебательный процесс в контуре, образованном индуктивностью отклоняющих катушек и обмотки трансформатора T2 с выводами 9-12 и емкостью конденсаторов C4, C5. Импульс напряжения на этом контуре вызывает быстрое изменение полярности отклоняющего тока луч быстро перемещается от правого края экрана к левому, завершая обратный ход. Импульс напряжения на коллекторе транзистора VT2, достигающий 1000В, приложен к первичной обмотке трансформатора T2 (выводы 12,9). Конденсаторы C4, C5 определяют (вместе с индуктивностью обмотки 12 с выводами 9,12 и отклоняющей системой) длительность обратного хода строчной развертки.

Центровка изображения по горизонтали осуществляется за счет выпрямления импульсов прямого и обратного ходов строчной развертки. Элементы центровки R2, VD1, VD2 через катушку L1 подключены к строчным ОК.

**В широкоугольных кинескопах** нарушается закон пропорциональности между значением отклоняющего тока  $I$  откл. и углом отклонения луча. При этом возникают искажения типа "подушка", как показано на **рис.6.4**.

Это приводит к изгибу вертикальных и горизонтальных линий, который возрастает по мере удаления от центра экрана. В цветных телевизорах применяют два вида коррекции подушкообразных искажений: выравнивание вертикальных линий слева и справа и устранение изгибе горизонтальных линий (провисание сверху и выпуклость снизу растр). Устранение провисания горизонтальных линий сверху и их выпуклости снизу растра в моделях телевизоров ЗУСЦТ на кинескопах с самосведением достигается определенным распределением витков в кадровых отклоняющих катушках. Для устранения

искажений вертикальных линий необходимо увеличить длину строки в средней части растра и несколько уменьшить сверху и снизу.



**Рис.3.4. Подушкообразное искажение растра**

В телевизорах ЗУСЦТ для коррекции подушкообразных искажений используется submodule коррекции растра основанный на диодном модуляторе.

Он представляет собой пассивный управляемый генератор, который получает возбуждение от обмотки ТВС. Генератором управляют строчные импульсы с изменяющейся по параболическому закону длительностью. Их формируют каскады в модуле коррекции. В состав диодного модулятора входят составной демпфер (диоды VD3- VD5), конденсаторы С6, С8, резистор R9, катушки индуктивности L3, L4. Катушка индуктивности L4 вместе с конденсатором С8 образуют колебательный контур, добротность которого определяется сопротивлением резистора R9. Конденсатор С6, не оказывая существенного влияния на частоту колебаний (емкость  $C6 \gg$  емкости С8), используется как управляемый источник напряжения, изменение которого позволяет осуществить необходимую коррекцию.

Во время обратного хода положительный импульс в коллекторной цепи транзистора VT2 надежно закрывает диоды составного демпфера. Под влиянием импульсов обратного хода, которые с вывода 11 обмотки T2 поступают в контур С8, L4, в нем возникают свободные колебания. При этом контурный ток, протекая через конденсатор С6, заряжает его. По окончании одного полупериода импульсов обратного хода демпфер открывается. Открывание демпфера приводит к прекращению свободных колебаний. Начинается первая половина прямого хода, в которой степень отклонения луча от левого края к центру экрана определяется энергией, накопленной в строчных отклоняющих катушках за предыдущий период. При этом амплитуда отклонения луча зависит от напряжения на конденсаторе С6; конденсатор включен последовательно в цепь строчных ОК, а напряжение на нем направлено навстречу ЭДС самоиндукции ОК. Изменяя напряжение на конденсаторе С6 путем шунтирования его на корпус, можно в известных пределах регулировать отклоняющий ток. Для этого одна из обкладок конденсатора С6 (нижняя на **рис.6.3**) через дроссель L3 связана СМКР с

коллекторной цепью транзистора VT4 эмиттер которого подсоединен к корпусу.

Применение диодного модулятора позволяет регулировать в больших пределах размер по горизонтали, не оказывая влияния на анодное напряжение, а также стабилизировать размер по горизонтали при изменении тока лучей.

Субмодуль коррекции раstra (СМКР) (рис.3.2.), предназначенный для управления диодным модулятором, состоит из **усилителя-формирователя параболического напряжения (VT1), широтно-импульсного модулятора (ШИМ) на транзисторах VT2, VT3 и выходного ключа (VT4).**

Усилитель-формирователь параболического напряжения на транзисторе VT1 представляет собой **интегрирующий усилитель**, на вход которого через контакт 11 соединителя X3 и резистор R2 поступает пилообразный сигнал **кадровой частоты**, пропорциональный току вертикального отклонения. Снимается сигнал с резистора обратной связи модуля кадровой развертки R27 через резистор R28. Резисторы R27 и R28 включены последовательно в цепи кадровых ОК.

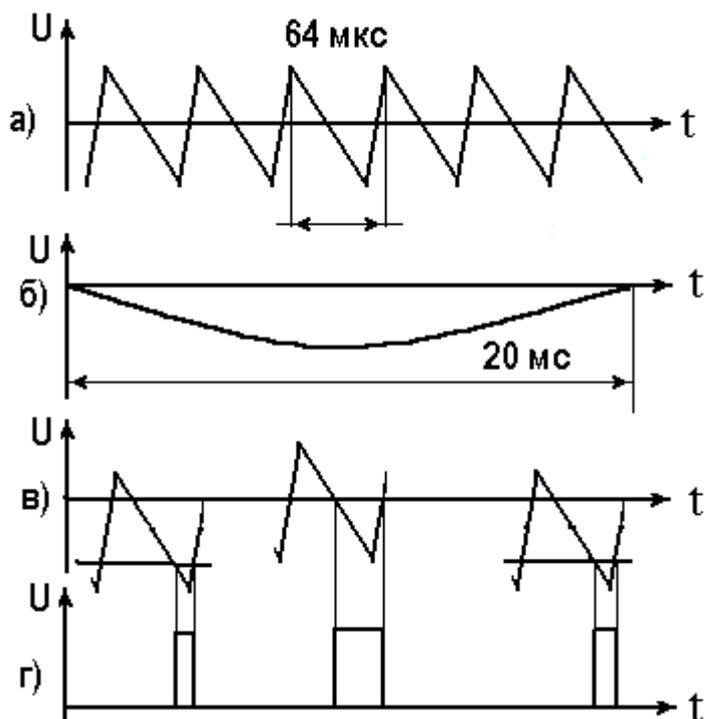
В коллекторной цепи транзистора VT1 с помощью **конденсатора обратной связи C1** пилообразный сигнал интегрируется и превращается в **сигнал параболической формы.**

С коллекторной нагрузки транзистора VT1 параболическое напряжение кадровой частоты снимается на базу транзистора VT2, который вместе с транзистором VT3 образует **дифференциальный усилитель, выполняющий функции широтно-импульсного модулятора (ШИМ).** С помощью ШИМ в субмодуле коррекции раstra создается последовательность прямоугольных импульсов строчной частоты, длительность (ширина) которых изменяется пропорционально мгновенному значению параболического напряжения кадровой частоты.

Делитель напряжения, образованный резисторами R7, R8 определяет смещение на базе транзистора VT2. Для того чтобы регулировки размаха параболы резисторами R5 ("Коррекция вертикальных линий") и R13("Размер по горизонтали") не были взаимосвязанными, уровень сигнала, снимаемого с R5, не должен изменять режим по постоянному току транзистора VT2. С этой целью правый вывод резистора R5 подсоединен к делителю напряжения R7, R8 так, что потенциалы на его крайних выводах примерно одинаковы. Наряду с параболическим напряжением, на базу транзистора VT2 через конденсатор C5 поступают пилообразные импульсы строчной частоты, которые формируются из импульсов обратного хода. Формирование этих импульсов производится с помощью интегрирующей цепи R18, C6, связанной с выводом 5 ТВС. Размах пилообразных импульсов составляет несколько вольт из-за чего транзистор работает в режиме ограничения.

Кадровый импульс понижает потенциал базы. Открывание транзистора VT2 определяется соотношением размаха напряжения пилообразного импульса и мгновенного значения параболического напряжения кадровой частоты. При этом на резисторе R9 выделяются прямоугольные импульсы строчной частоты положительной полярности. Их длительность изменяется относительно

некоторого среднего значения, наименьшего в начале периода, затем постепенно возрастающего до максимального в середине периода и вновь уменьшающегося до минимума, как показано на **рис.3.5**.



**Рис. 3.5. Временные диаграммы поясняющие принцип работы ШИМ**

Где:

- а) пилообразные импульсы строчной частоты, подаваемые на второй вход диф. каскада ШИМ.
- б) Сигнал параболической формы кадровой частоты, подаваемый на 1 вход диф. каскада ШИМ.
- в) Результат смещения строчной пилы под действием кадровой параболы.
- г) Импульсы на выходе широтно-импульсного модулятора. Как видно из рисунка, в центральной части кадра, где парабола имеет максимальный прогиб, после ограничения сигнала длительность импульса максимальна. На периферийных строках, где размах параболы мал, длительность импульсов минимальна.

Рассмотрим работу более подробно по принципиальной схеме (**рис.3.3**). С резистора R9 импульсы поступают на базу транзистора ключевого каскада VT4 и открывают его. При этом через открытый транзистор VT4 разряжается конденсатор С6 выходного каскада строчной развертки. Как уже упоминалось, напряжение на этом конденсаторе направлено навстречу ЭДС самоиндукции отклоняющих катушек во время прямого хода. Таким образом, в зависимости от продолжительности открытого состояния транзистора VT4 изменяется

размах отклоняющего тока и осуществляется его модуляция параболическим током кадровой частоты.

Для повышения устойчивости работы дифференциального усилителя применена цепь ООС. С коллектора транзистора VT4 модулированные по ширине импульсы напряжения поступают по интегрирующую цепь R17, C9 и восстановленное таким образом параболическое напряжение подается в противофазе на второй вход дифференциального усилителя - базу транзистора VT3.

На этот же вход дифференциального усилителя с делителя, образованного переменным резистором R13 и резисторами R14 и R17, поступают постоянное напряжение. Регулировка этого напряжения вызывает изменение тока, который протекает через транзистор VT2 и резистор R10, что в свою очередь, приводит к изменению напряжения между базой и эмиттером транзистора VT3. В результате этого устанавливаются новое начальное значение длительности импульсов на выходе модуля и связанный с этим, размер раstra.

**В submodule СМКР осуществляется стабилизация размера по горизонтали.** Для этого база транзистора VT2 соединена через резистор R15 выпрямителем на диоде VD7 в выходном каскаде строчной развертки. Увеличение тока лучей кинескопа приводит к возрастанию пульсаций напряжения на выходе "1" умножителя E1 и соответственно переменной составляющей на резисторе R23. Эта переменная составляющая преобразовывается выпрямителем VD7, C12 в постоянное напряжение, которое изменяет потенциала базы транзистора VT2 и тем самым влияет на длительность импульсов на входе диодного модулятора.

Усилитель-формирователь VT1 и модулятор VT2, VT3 питаются от источника 28В через фильтр R12, C7. Элементы L1, R20 в коллекторной цепи транзистора VT4 предназначены для уменьшения излучения помех, а диод VD1 - для ограничения и стабилизации напряжения на коллекторе транзистора VT4.

**Вторичные источники питания.** Строчный трансформатор T2 (рис.3.3) в модуле МС-3 помимо первичной обмотки (выводы 9-12) имеет три вторичные обмотки, предназначенные для питания импульсным напряжением строчной частоты выпрямителей и различных устройств телевизора. Обмотка питания накала кинескопа (выводы 7,8) подключена через гасящие резистора R11 и R12 и контакты 3, 4 соединителя X1 к плате кинескопа.

Для защиты от пробоя промежутка катод- подогреватель кинескопа на эту обмотку через резистор R15 подается положительное постоянное напряжение 130 В. Для создания напряжений питания анода, фокусирующего и ускоряющих электродов применен кремниевый умножитель E1 с шестым диодом на входе VD6.

Вход умножителя "~" через резистор R19 подсоединен к выводу 15 повышающей обмотки, откуда поступает импульсное напряжение размахом 8,5 кВ. Умножитель напряжения выпрямляет это напряжение и утраивает его до значения 25 кВ. Напряжение на анод кинескопа снимается с вывода "+"

умножителя через резистор R24, а напряжение фокусировки с вывода "F". Между выводом 15 обмотки трансформатора T2 и выводом " ~" умножителя включен резистор R19, на который накручена последовательно соединенная с ним пружина. При неисправностях в цепях умножителя или кинескопа протекающий через резистор R19 ток нагревает его до температуры плавления припоя, связывающего резистор с пружиной. Это приводит к отключению от обмотки трансформатора. Вывод 14 ТВС по переменной составляющей соединен с корпусом через конденсатор C9, который совместно с диодом VD6 умножителя образует однополупериодный выпрямитель. В результате выпрямления диодом VD6 отрицательной части импульсного напряжения на нижнем (по схеме рис.6) выводе конденсатора C9 создается постоянное напряжение 800 В. Оно дополнительно сглаживается фильтром R13 C10 и стабилизируется варистором R16, после чего поступает через контакт 1 соединителя X1 на плату кинескопа для питания ускоряющих электродов.

С обмотки трансформатора T2 (выводы 9,10) снимается напряжение питания для видеоусилителей модуля цветности. Вывод 9 этой обмотки через резистор R10 подключен к источнику 130В, а вывод 10 к выпрямителю на диоде VD6 и, складываясь с напряжением источника 130В, создает на контакте 5 соединителя X3 напряжение 220 В.

Дроссель L5 и резистор R14 уменьшает излучение помех при закрытии диода VD6. Диод VD9, включенный между шинами 130 и 220В, сглаживает броски тока при переходных процессах в момент включения телевизора.

Обмотка с выводами 3-5 создает импульсные напряжения + 60 В для цепей АПЧ и Ф, устройства опознавания и формирования управляющих импульсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ельяшкевич С.А., Пескин А.Е. Телевизоры 3УСЦТ, 4УСЦТ, 5УСЦТ. Устройство, регулировка, ремонт. М. Символ 1993г. 224с.
2. С.А. Ельяшкевич Цветные телевизоры 3УСЦТ- М.: Радио и связь 1989г.

## 4. Лабораторная работа №4

### «Исследование синхронизации ТВ приемников»

---

**Целью** данной работы является изучение методов синхронизации разверток ТВ приемника ЗУСЦТ и провести экспериментальное исследование его блока синхронизации работы.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

- изучить структурную и принципиальную схему модуля синхронизации.
- Исследовать осциллограммы сигналов в различных контрольных точках схемы и оценить влияние органов регулировок на их форму.

Запустить программу 2 раза щелкнув левой клавишей мышки по иконке «5» лабораторной работы.

#### **Порядок выполнения работы:**

После открытия окна работы записать в отчет название и цель лабораторной работы.

1. Измерить параметры и зарисовать осциллограмму полного ТВ сигнала на входе модуля синхронизации.
2. Измерить параметры и зарисовать осциллограмму сигнала «синхросмеси» на выходе амплитудного селектора синхроимпульсов.
3. Зарисовать осциллограмму кадровых синхроимпульсов на выходе формирователя КСИ.
4. Измерить параметры и зарисовать осциллограммы строчных стробирующих импульсов для трех положений регулятора частоты строк R14.
5. Измерить параметры и зарисовать осциллограмму импульсов запуска строчной развертки.
6. Измерить параметры и зарисовать осциллограмму строчных импульсов обратного хода.

#### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Цель работы.
2. Осциллограммы измерений и эскизные рисунки наблюдаемых изображений испытательной таблицы.
3. Выводы.

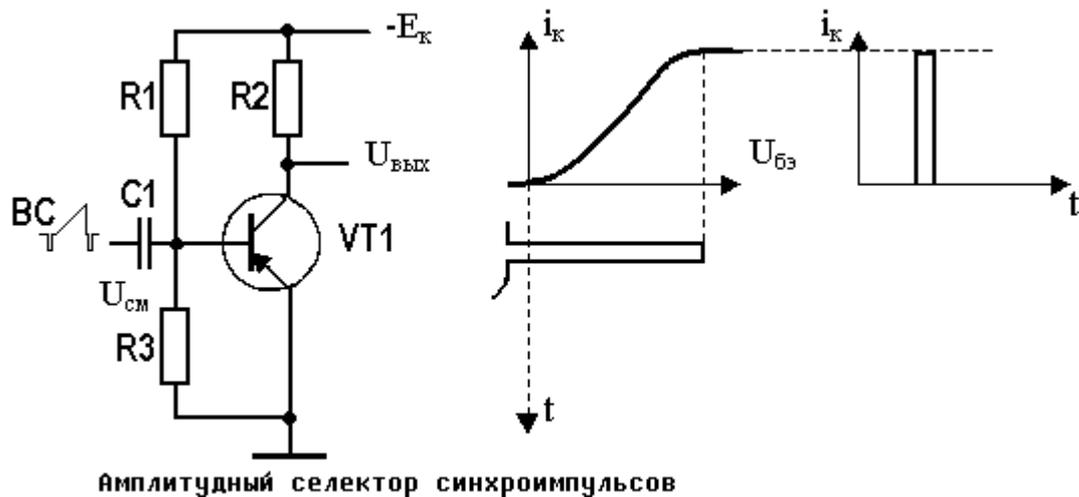
## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1. Пояснить назначение блока синхронизации в телевизоре.**
- 2. Чем отличаются сигналы строчной и кадровой синхронизации.**
- 3. Нарисовать структуру синхросмеси и пояснить назначение ее компонентов.**
- 4. Каким образом производится выделение сигналов синхронизации из ПТВС.**
- 5. Пояснить какими устройствами производится разделение строчных и кадровых синхроимпульсов.**
- 6. Пояснить различие систем синхронизации кадровой и строчной разверток.**
- 7. Пояснить принцип инерционной синхронизации.**
- 8. Что зритель увидит на экране телевизора при нарушении кадровой синхронизации.**
- 9. Что зритель увидит на экране телевизора при нарушении строчной синхронизации.**
- 10. Пояснить принцип работы модуля синхронизации телевизора ЗУСЦТ.**

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

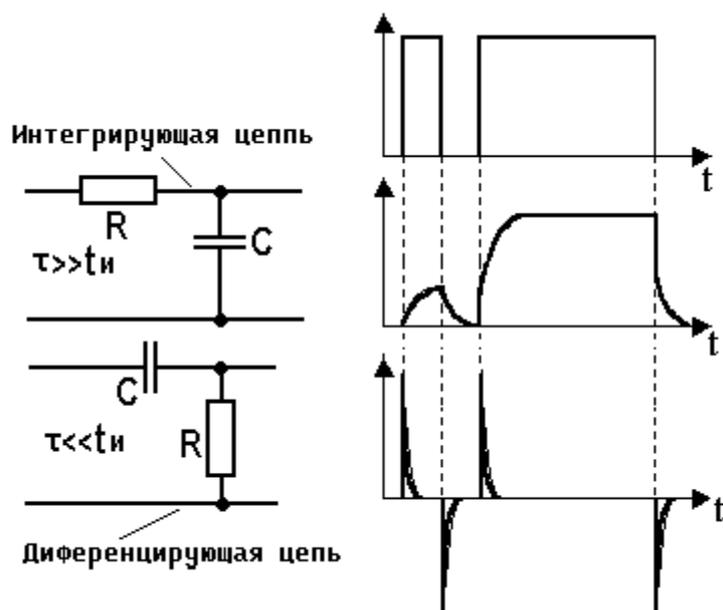
Для получения нормального изображения развертывающие устройства ТВ системы должны работать синхронно и синфазно. Это требование выполняется принудительной синхронизацией, для чего на все развертывающие устройства в конце каждой строки и поля подаются специальные синхронизирующие импульсы, которые заставляют их срабатывать в строго определенный момент.

Сигнал синхронизации приемников передается вместе с сигналом изображения во время обратного хода луча с уровнем, ниже уровня импульсов гашения. Это позволяет достаточно просто отделить синхросмесь от видеосигнала сигнала обычным амплитудным ограничением (**рис.4.1**).



**Рис.4.1. Выделение синхронизирующих импульсов из синхросмеси**

**Разделение синхроимпульсов.** Для упрощения задачи разделения синхроимпульсов по строкам и кадрам их делают разной длительности, которые затем разделяются при помощи дифференцирующих и интегрирующих цепей преобразуется в разницу амплитуд, как показано на рис.4.2.



**Рис.4.2. Разделение синхроимпульсов RC цепями**

Эффективность разделение синхроимпульсов достигается подбором постоянных времени. Для работы дифференцирующей цепи  $\tau = t_{сци}/2-3$ . От кадрового импульса остаются крутые перепады, играющие роль ССИ, врезки сформированы так, что также совпадают с ССИ.

**КСИ** выделяются интегрирующей цепочкой. Т.к. длительность **КСИ** = **37,5 ССИ** за время **ССИ** емкость не успевает заметно зарядиться. Следовательно для эффективного отделения **КСИ** надо увеличивать  $\tau$ . Но чем больше  $\tau$ , тем более пологими становятся фронты импульса, что приводит к нестабильности момента синхронизации, поэтому на практике используют 2 или 3-звенные интегрирующие цепи.

## СИНХРОНИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРОВ.

Для обеспечения синхронной работы генераторов используют **непосредственную синхронизацию (захватывание частоты генератора)** и **инерционную (параметрическую)**. При непосредственной синхронизации импульс воздействует на автогенератор, непосредственно навязывая ему вынужденные колебания с определенной частотой и фазой. Этот вид синхронизации проще в реализации, особенно при использовании в качестве задающих генераторов мультивибраторов или блокинг-генераторов, но сигналы ТВ между ТЦ и приемником передаются по каналам связи, подверженным помехам. Помехи в радиоканале по-разному влияют на синхронизацию строчной и кадровой разверток. Т.к. выделяющая кадровые синхроимпульсы интегрирующая цепь является ФНЧ, синхронизация кадровой развертки почти не подвержена действию импульсных помех. Дифференцирующая цепочка (ФВЧ), выделяющая строчные импульсы, не может защитить генератор от действия помехи, и канал строчной синхронизации имеет низкую помехоустойчивость, поэтому в канале строчной синхронизации используется метод инерционной синхронизации.

**Инерционная синхронизация.** Отделение синхроимпульса от помехи по амплитудному принципу не дает большого выигрыша в помехоустойчивости. Инерционная синхронизация основано на другом отличии помехи от синхроимпульсов. Синхроимпульсы имеют постоянный период следования, а помеха хаотична. В инерционной синхронизации используют метод ФАПЧ. Основан на сравнении частоты и фазы строчного генератора с частотой и фазой строчных синхроимпульсов, выделенных из ВС. Структурная схема ФАПЧ представлена на **рис.4.3**.



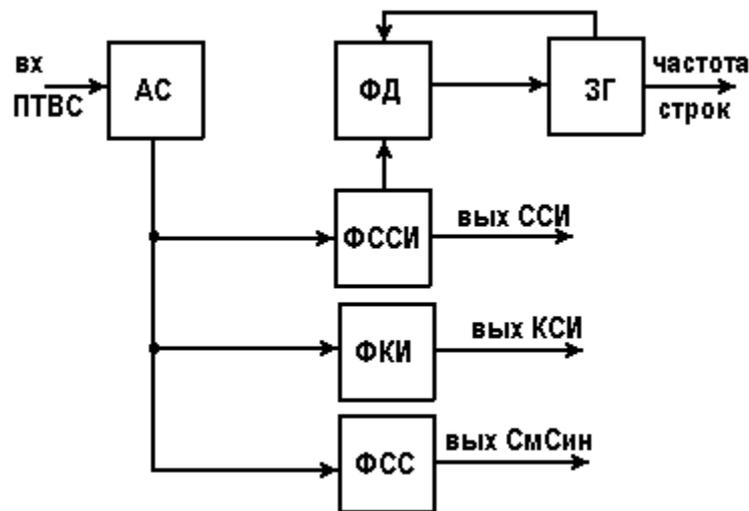
**Рис.4.3. Структурная схема инерционной синхронизации**

Такой метод управления является параметрическим, потому что под действием управляющего напряжения изменяется какой-либо параметр задающего генератора. Два сравниваемых сигнала – с выхода собственно генератора развертки и выделенные из ВС ССИ – поступают на два входа фазового детектора, где сравниваются их фазы и вырабатывается напряжение, пропорциональное разности мгновенных значений этих фаз. Из-за импульсного характера сравниваемых напряжений сигнал на выходе также будет импульсным, поэтому ставится интегрирующий элемент. Он в значительной мере подавляет действие импульсных помех, так как среднее изменение фазы, вызванное такой помехой, за достаточно большой промежуток времени равно нулю. Таким образом, на выходе интегрирующей цепи образуется постоянное или медленно меняющееся напряжение, величина и знак которого соответствуют разности фаз сравниваемых напряжений. Это напряжение воздействует на управляющий элемент, который перестраивает частоту работы генератора (например, изменяется напряжение смещения на базе транзистора ЗГ, а, следовательно, изменяется момент его открывания или закрывания).

## **МОДУЛЬ СИНХРОНИЗАЦИИ ТЕЛЕВИЗОРА ЗУСЦТ**

На **рис.4.4** и **рис.4.5** представлены структурная схема модуля синхронизации и его принципиальная схема, соответственно, который состоит из селектора синхроимпульсов (СИ), задающего генератора строк, формирователя управляющих (синхронизирующих) и стробирующих импульсов.

На вход амплитудного селектора (АС) поступает полный ТВ сигнал. В АС происходит выделение сигналов синхронизации из полного ТВ сигнала. Далее сигналы строчной синхронизации подаются на фазовый детектор, формирователи строчных синхроимпульсов и строчных стробирующих импульсов.



**Рис. 4.4. Структурная схема модуля синхронизации.**

Как видно из рис.4.4, задающий генератор строчной развертки вынесен (помещен) в модуль синхронизации, и охвачен системой автоматической подстройки частоты и фазы строчной развертки (АПЧФ).

На **рис.4.5** представлена принципиальная схема submodule синхронизации, который собран на микросхеме KI74XAII и на транзисторе VT1 типа KT809K.

Submodule синхронизации A1.4 выполняет функции амплитудного селектора синхроимпульсов, задающего генератора строчной развертки с АПЧФ, формирователя кадровых синхроимпульсов и стробирующих импульсов для модуля цветности МЦ-2.

Транзистор VT1 выполняет роль инвертирующего каскада, предназначенного для предварительной селекции. С коллектора VT1 синхросмесь подается на вход микросхемы.

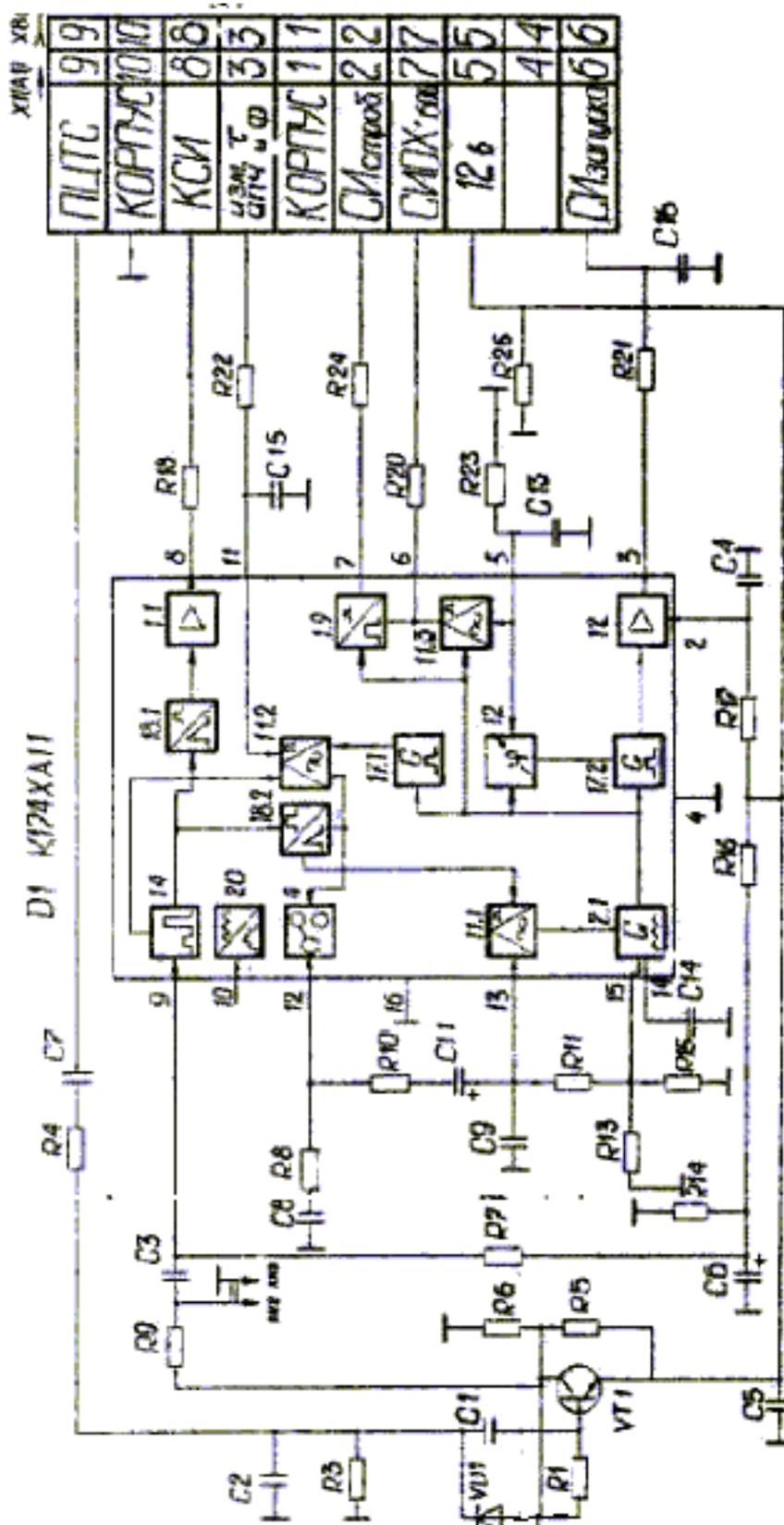


Рис. 4.5. Принципиальная схема субмодуля синхронизации.

Положительной полярности ПЦТС, сформированный в субмодуле радиоканала А1.3, снимается с контакта 7 соединителя X1(A1-A1.3) и через

измерительный соединитель 1XN2, разделительный конденсатор C6, контакт 9 соединителей X8(A1.4) и X1(A1), разделительный конденсатор C7, интегрирующее звено R4C2 и помехоподавляющую цепь C1VD1 подается на базу транзистора VT1, выполняющего роль предварительного селектора синхроимпульсов.

Начальное смещение на транзистор VT1 и диод VD1 задается резисторами R1-R3, коллекторной нагрузкой VT1 являются резисторы R5, R6. С коллектора VT1 выделенная синхросмесь через резистор R9, разделительный конденсатор C3 и вывод 9 ИС D1 подается на вход амплитудного селектора (14). Начальное смещение задается резистором R7, который подключен к источнику питания через фильтр R16C6. С амплитудного селектора (14) в ИС D1 импульсы синхронизации подаются на цепи выделения синхроимпульсов кадров (18.1) и синхроимпульсов строк (18.2).

Для получения высококачественной синхронизации в микросхеме D1 осуществляется автоматическая подстройка частоты и фазы (АПЧФ) выходных синхроимпульсов строк, которая включает две петли автоматического регулирования их параметров. Принцип действия системы АПЧФ состоит в следующем. Фазовый детектор, сравнивая импульсы синхронизации и колебания, генерируемые задающим генератором развертки по частоте и фазе, вырабатывает напряжения пропорциональные разности фаз. В результате последующего интегрирования подавляется влияние помех, так как среднее отклонение фазы, вызванное такими помехами за достаточно большой промежуток времени, равно нулю. После интегрирования это напряжение поступает на элемент, управляющий частотой задающего генератора.

Синхроимпульсы строк, выделенные (18.2) в ИС D1, поступают на фазовый детектор (11.1), куда одновременно подаются пилообразные импульсы с задающего генератора (21).

Генератор (21) создает колебания определенной частоты, которая имеет высокую стабильность и может принимать разные значения в широких пределах. На выходе генератора формируется пилообразный сигнал и две противофазные последовательности прямоугольных импульсов, фронты и срезы которых совпадают с началом прямого и обратного ходов пилообразных импульсов.

Первая петля обеспечивает подстройку частоты и фазы импульсов генератора (21) под параметры синхроимпульсов, что осуществляется в фазовом детекторе (11.1). С выхода детектора (11.1) управляющее напряжение через вывод 13 ИС, резистор R11, вывод 15 ИС подводится к задающему генератору (21) и управляет частотой и фазой его колебаний. К выводам 12 и 13 ИС D1 подключен фильтр низкой частоты R8C8R10C11.

Постоянная времени этого фильтра автоматически уменьшается при отсутствии импульсов синхронизации, когда необходима более широкая полоса захвата увеличивается при наличии синхроимпульсов, чем обеспечивается более высокая помехоустойчивость системы синхронизации.

Автоматическое переключение постоянной времени фильтра происходит с помощью переключателя (4), управляемого пиковым детектором совпадений (11.2).

С задающего генератора (21) управляющие импульсы поступают на генератор так называемых тестовых импульсов (17.1), где формируются прямоугольные импульсы с частотой сигнала генератора (21) и длительностью 7,5 мкс. Эти импульсы подаются на пиковый детектор (11.2), на который одновременно поступает полный синхросигнал с амплитудой селектора (14).

Происходит совпадение фазы синхроимпульсов строк и тестовых импульсов в пиковом детекторе (11.2) во время устойчивой синхронизации, переключателем (4) осуществляется включение большой постоянной времени фильтра.

При нарушении синхронизации, когда сравниваемые сигналы в пиковом детекторе (11.2) не совпадают по фазе, переключатель (4) автоматически включает цепь малой постоянной времени фильтра путем подачи постоянного напряжения на вывод 11 ИС D1 через цепь R22C15/

К задающему генератору (21) через вывод 14 ИС D1 подключен времязадающий конденсатор C14, который заряжается до напряжения 7,6 В и разряжается до напряжения 4,4 В. Изменение тока заряда при постоянной емкости времязадающего конденсатора приводит к изменению частоты генератора. Частота строк регулируется переменным резистором R14, входящим в делитель 14R13R15 напряжения питания +12 В.

Вторая петля автоматической регулировки параметров выходного строчного импульса, охватывающая задающий генератор и выходной каскад, служит для компенсации инерционности транзисторов выходного каскада модуля строчной развертки.

Напряжение обратного хода строчной развертки с вывода 5 трансформатора T2 в модуле строчной развертки (A7) через контакт 3 соединителя X3(A3-A7), контакт 8 соединителя X5(A1-A3) поступает на контакт 7 соединителей X8(A1.4) и X1(A1) и далее через ограничительный резистор R20 и вывод 6 ИС D1 - на фазовый детектор (11.3). На второй вход фазового детектора (11.3) с задающего генератора (21) подаются импульсы строчной частоты. В фазовом детекторе (11.3) происходит сравнение по частоте и фазе колебаний задающего генератора (21) с импульсами обратного хода строчной развертки. Регулирующий сигнал с фазового детектора (11.3) поступает на фазовый регулятор (12), который обеспечивает компенсацию инертности открывания и закрывания транзистора выходного каскада строчной развертки VT2 модуля A7 путем соответствующего изменения длительности выходного сигнала генератора (21). С помощью переменного резистора R25 регулируют фазу.

Напряжение с выхода фазового регулятора (12) поступает на формирователи тестовых (17.1) и выходных управляющих (17.2) импульсов. В генераторе тестовых импульсов (17.1) происходит фазировка импульсов, поступающих на пиковый детектор совпадений (18.2). Генератор (17.1), формирующий прямоугольные импульсы с частотой генератора (21),

предназначен для устранения влияния импульса обратного хода строчной развертки на работу первой петли автоматического регулирования, что осуществляется при совпадении в пиковом детекторе совпадений (18.2) фаз синхроимпульсов строк и тестовых импульсов.

На генератор выходных управляющих импульсов (17.2) поступают сигналы с фазового регулятора (12) (управляющий сигнал) и с задающего генератора (21), с помощью которого корректируется длительность строчного управляющего импульса в генераторе (17.2). В результате в генераторе (17.2) дополнительно корректируются фазы двух сигналов.

Сформированные строчные импульсы управления подаются на выходной усилитель мощности (1.2), а с его выхода через вывод 3 ИС D1, цепочку L1R21, контакт 6 соединителей X1 (A1) и X8 (A1.4), контакт 9 соединителя X5 (A3–A3), поступают на предварительный каскад устройства строчной развертки (Транзистор VT1), расположенный в модуле А7.

Для обеспечения работы канала яркости и блока цветной синхронизации в микросхеме D1 предусмотрено формирование специального строб–импульса. Строб–импульс создается формирователем (19), управляемым задающим генератором УСР (21). Это позволяет зафиксировать положение строб–импульса относительно синхроимпульса строк при работе первой петли фазового регулирования в режиме захвата. Импульс гашения формируется из напряжения обратного хода строчной развертки, поступающего с соответствующей обмотки ТВС (выводы 4,5) модуля А7 через контакты соединителей X3 (A3–A7), X5 (A1–A3), X8 (A1.4), X1 (A1), резистор R20 на вывод 6 ИС D1. Импульс гашения совмещается со строб–импульсом на общем выводе формирователя (19) и через вывод 7 ИС, ограничительный резистор R24, контакт 2 соединителей X1 (A1) и X8 (A1.4) подается на контакт 10 соединителя X5 (A3) и далее на модуль цветности А2, где он используется в схеме цветной синхронизации (СЦС) и схеме гашения обратного хода лучей.

На микросхеме выполнен практически все функциональные элементы модуля – фазовый детектор, генераторы, ограничители, формирователи и т.д. На выходе модуля синхронизации имеем: кадровые синхроимпульсы, строчные импульсы запуска, строчные стробирующие импульсы, строчные импульсы обратного хода.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Телевидение. Под ред. Джакони В.Е. – М.: Радио и связь, 2002.
2. Ельяшкевич С.А., Пескин А.Е. Телевизоры ЗУСЦТ, 4УСЦТ, 5УСЦТ. Устройство, регулировка, ремонт. М. Символ 1993г. 224с
3. С.А. Ельяшкевич Цветные телевизоры ЗУСЦТ- М.: Радио и связь 1989г.

**Сборник методических указаний  
к виртуальным лабораторным работам по курсу  
ТЕЛЕВИДЕНИЕ, ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ И РАДИОВЕЩАНИЯ  
для студентов направлений бакалавриата  
5522000 – “Радиотехника” , 5522100 – “Телевидение, радиосвязь  
и радиовещание” и 5522200 – “Телекоммуникации”**

Рассмотрено на заседании кафедры ТВ и РВ (протокол № от       ),  
научно-методическом Совете ФРРТ (протокол № от       ),  
научно-методическом Совете ТУИТ (протокол № от       )  
и рекомендовано к печати.

Отв. редактор доц. Махмудов Э.Б.  
Составитель ст.пр. Гаврилов И.А., Ибулаев И..

Редакционно-корректорная комиссия:  
редактор доц. Абдуазизов А.А.  
корректор асс. Павлова С.И.

Бумага офсетная. Заказ №  
Тираж.  
Отпечатано в типографии ТУИТ  
Ташкент 700084, ул. Амир. Темура - 108