

ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра радиоэлектронных устройств и систем

**558-2015**

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ  
РАЗВЕРТКИ**

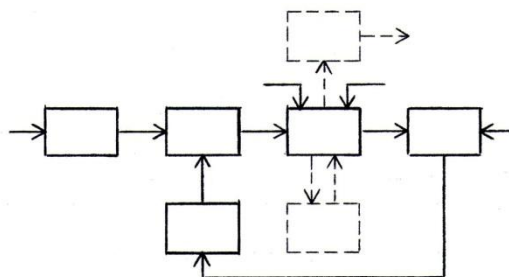
**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к лабораторным работам по дисциплинам  
«Основы телевидения»,

«Основы телевидения и видеотехники»  
и «Телевизионная техника»

для студентов  
направлений 11.03.01, 11.04.01 «Радиотехника»  
и специальности

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»  
всех форм обучения



Воронеж 2015

Составитель доцент И.А. Зеленин

УДК 621.397.332 + 621.397.622 (07)

Исследование устройств телевизионной развертки: методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Основы телевидения», «Основы телевидения и видеотехники» и «Телевизионная техника» для студентов направлений 11.03.01, 11.04.01 «Радиотехника» и специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. И.А. Зеленин. Воронеж, 2015. 64 с.

Методические указания содержат домашнее и лабораторное задания, рекомендации по их выполнению. Приведены основные теоретические и практические сведения о принципах построения устройств кадровой и строчной разверток. Содержат также справочный материал, необходимый для расчета параметров подобных устройств.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2010 и содержатся в файле Зеленин\_ИА\_ГР.pdf.

Ил. 6. Табл. 2. Библиогр.: 2 назв.

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.С. Самодуров  
Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р физ.-мат. наук, проф. Ю. С. Балашов

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИЗОРА

### 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

#### 1.1. Цель работы:

изучение способов формирования пилообразного напряжения и тока;

изучение принципа действия генератора (блока) кадровой (вертикальной) развертки (ГКР) цветного телевизора;

приобретение практических навыков по оценке нелинейных искажений телевизионного (ТВ) изображения и по измерению амплитуд и временных параметров исследуемых напряжений и токов с помощью осциллографа.

1.2. При выполнении домашнего задания студенты должны изучить принцип действия ГКР современного цветного телевизора и рассчитать основные параметры выходного каскада.

В процессе выполнения лабораторного задания студенты изучают методы формирования пилообразного напряжения и тока в бестрансформаторном ГКР телевизора ЗУСЦТ, снимают осциллограммы напряжений и токов в характерных (контрольных) точках генератора развертки, выясняют влияние изменений параметров основных элементов ГКР на форму отклоняющего тока и качество воспроизводимого ТВ изображения.

1.3. При выполнении работы используют следующие приборы и оборудование:

лабораторный стенд на базе цветного ТВ приемника ЗУСЦТ;

осциллограф с блоком выделения ТВ строки С1-81;

телевизионный тестовый прибор «Ласпи ТТ-03»;

измерительную линейку.

## 2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Изучить принцип действия генератора кадровой развертки:

форму тока в кадровых отклоняющих катушках (КОК) и соответствующую этому току форму напряжения на этих катушках;

назначение отдельных каскадов ГКР (выходного каскада, цепей обратной связи, задающего генератора), форму напряжения (тока) на входе и выходе каждого из них.

2.2. Нарисовать структурную (функциональную) схему ГКР (модуля МК-1-1) цветного телевизора ЗУСЦТ.

2.3. Изобразить ожидаемую форму напряжения (тока) в характерных (контрольных) точках ГКР (модуля МК-1-1).

2.4. Рассчитать число отклоняющих ампер-витков  $I_{max} W_{КОК}$  кадровых катушек, амплитуду пилообразного тока  $I_{max}$  в этих катушках и их индуктивность, необходимых для обеспечения угла отклонения луча по вертикали (в одну сторону от центра экрана кинескопа)  $\varphi_B$ , при эквивалентной (эффективной) длине кадровой отклоняющей системы (катушек) –  $l_{эфф}$ , диаметре цилиндрической части (горловины) кинескопа –  $d$ , напряжении на втором аноде кинескопа –  $U_{A2}$  и числе витков пары последовательно соединенных катушек –  $W_{КОК}$  (табл. 1). Конструкция отклоняющей системы (ОС) тороидального типа.

2.5. Определить размах пилообразной  $U_{П}$  и импульсной  $U_{И}$  составляющих напряжения на кадровых отклоняющих катушках.

Для выполнения домашнего задания в первую очередь проработайте теоретический материал по процессам и устройствам кадровой развертки, изложенный в [1, с. 152-159, 178-187]. При этом начать работу (п. 2.1) следует с изучения эквивалентной схемы отклоняющей системы кинескопа и требуемой формы отклоняющего тока. Обратите внимание, какой

формы необходимо приложить напряжение к кадровым отклоняющим катушкам, и в каких случаях отклоняющий ток должен иметь S-образную форму. Затем изучите назначение и типы транзисторных выходных каскадов и задающих генераторов кадровой развертки. После этого необходимо изучить особенности ГКР цветного телевизора.

Таблица 1

Параметр	Номер варианта											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\varphi_B$ , град	30	35	40	45	50	55	30	35	40	45	50	55
$l_{эфф}$ , см	4	4,5	5	5,5	6	6,5	5	4	4,5	6	6,5	5,5
$d$ , см	2	2,8	2,9	3	3,6	3,8	3	2,8	2	2,9	3,8	3,6
$U_{A2}$ , кВ	18	19	20	21	22	23	24	25	19	20	21	22
$W_{КОК}$	300	350	400	450	500	550	350	550	300	450	500	400

При выполнении пп. 2.2 и 2.3 обратитесь к структурной и принципиальной схемам ГКР этого телевизора, представленных в приложениях 1 и 2 данного руководства. Из приложения 3 выберите те предполагаемые осциллограммы сигналов, которые относятся к блоку кадровой развертки.

Для расчета требуемого числа отклоняющих ампервитков (п. 2.4) используйте следующее выражение:

$$I_{max} W_{КОК} = 2,7 q_k \cdot \frac{d}{l_{эфф}} \cdot \sin \varphi_B \cdot \sqrt{U_{A2}},$$

где  $q_k$  – поправочный коэффициент, учитывающий потери в отклоняющих катушках,  $q_k = 1,2$ . При этом учтите, что в приведенной формуле ампер-витки представляют собой произведение отклоняющего тока на число витков только одной обмотки кадровых катушек.

Амплитуду пилообразного тока, протекающего через катушки, вычислите по формуле:  $I_{max} = (I_{max} W_{КОК}) / W_{КОК}$ .

Индуктивность тороидальной отклоняющей системы при последовательном соединении катушек примерно вдвое больше, чем седлообразной:

$$L_{КОК} \approx 2l_{эфф} W_{КОК}^2 \cdot 10^{-8} \text{ Гн.}$$

Для отклоняющей системы ОС-90.29ПЦ17 индуктивность  $L_{КОК} = 31,5$  мГн.

При расчете пилообразной  $U_{П}$  и импульсной  $U_{И}$  составляющих напряжения на КОК (п. 2.5) используйте формулы:  $U_{П} = 2I_{max} \cdot R_{КОК}$ ,  $U_{И} = -L_{КОК} \cdot (2I_{max} / t_{ОХК})$ , где  $R_{КОК}$  – активное сопротивление кадровых отклоняющих катушек, для ОС-90.29ПЦ17  $R_{КОК} = 12,6$  Ом (при последовательном соединении катушек);  $t_{ОХК}$  – длительность обратного хода кадровой развертки,  $t_{ОХК} = 1$  мс.

### 3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ

3.1. Поясните назначение генераторов кадровой развертки в ТВ приемниках.

3.2. Перечислите требования, предъявляемые к генераторам кадровой развертки.

3.3. Поясните процесс отклонения электронного луча (пучка) в магнитном поле кадровых отклоняющих катушек.

3.4. Какими должны быть формы отклоняющего тока в катушках и напряжения на них при линейном движении луча по экрану в кинескопах с большим углом отклонения?

3.5. В чем заключаются принципиальные отличия генератора кадровой развертки от генератора строчной развертки?

3.6. Нарисуйте обобщенную структурную (функциональную) схему генератора кадровой развертки и поясните прин-

цип его действия.

3.7. Какие функции выполняют задающий генератор и выходной каскад кадровой развертки?

3.8. Для чего и каким образом формируют пилообразно-параболическое напряжение?

3.9. Каковы особенности генераторов кадровой развертки цветных телевизоров по сравнению с аналогичными устройствами черно-белых телевизоров?

#### **4. ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ**

4.1. Просмотреть, зарисовать, измерить амплитуду, длительность и период повторения (частоту) импульсов напряжений (токов) в контрольных точках генератора кадровой развертки при геометрически нормальном телевизионном изображении:

а) на входе и выходе задающего генератора и предварительного (дифференциального) усилителя;

б) на отклоняющих катушках; определить время прямого и обратного ходов.

4.2. Исследовать работу задающего генератора при включенной синхронизации:

а) снять зависимость периода колебаний  $T_{3Г}$  в этом генераторе от сопротивления времязадающего подстроечного резистора  $R14$  («ЧАСТОТА»):  $T_{3Г} = f(R14)$ ;

б) определить период повторения (частоту) импульсов напряжения для случаев максимального и минимального значений сопротивления резистора  $R14$ .

4.3. Исследовать влияние изменения сопротивления подстроечных резисторов  $R13$  («ЛИНЕЙНОСТЬ») и  $R16$  («РАЗМЕР») на форму отклоняющего тока (напряжения на отклоняющих катушках) и воспроизводимое телевизионное изображение.

4.4. Снять зависимость коэффициента нелинейности  $K_H$

от сопротивления кадровых отклоняющих катушек  $R_{КОК}$ :  $K_H = f(R_{КОК})$ .

4.5. Оценить влияние обратной связи на форму отклоняющего тока и качество изображения.

4.6. Снять зависимость амплитуды пилообразного тока в отклоняющих катушках  $I_{max}$  от напряжения питания выходного каскада  $E_{II}$ :  $I_{max} = f(E_{II})$ .

Сначала следует ознакомиться с лабораторным стендом (расположением модулей на шасси телевизора и контрольных точек на плате модуля кадровой развертки, а также назначением переключателей, подстроечных и дополнительных резисторов, относящихся к этому модулю) и используемыми измерительными приборами (осциллографом и генератором испытательных сигналов). Затем подайте напряжение питания (включите телевизор, тестовый прибор и осциллограф). Подключив радиочастотный выход тестового прибора к антенному входу приемника, добейтесь устойчивого изображения сетчатого или шахматного поля на экране кинескопа. По этому изображению установите (при необходимости) правильную центровку, нормальные яркость и контраст, номинальный размер растра и наилучшую линейность по вертикали, используя для этого соответствующие регулировочные элементы, расположенные на передних панелях стенда и телевизора. После этого выполняйте п. 4.1 лабораторного задания.

Цепь, по которой поступают синхроимпульсы полей на вход задающего генератора, можно отключить с помощью соответствующей кнопки на лицевой панели стенда или переходом на свободный ТВ канал путем нажатия необходимой кнопки устройства сенсорного выбора программ (п. 4.2). Максимальное и минимальное значения сопротивления резистора  $R_{I4}$  будут в том случае, когда движок этого резистора повернут до упора по часовой или против часовой стрелки соответственно.

Влияние регулировочных элементов (п. 4.3) проследите по синхронным (одновременным) изменениям изображения



на экране телевизора и осциллограмм токов и напряжений. После этого определите коэффициенты нелинейности изображения по вертикали при крайних положениях регулятора линейности кадров  $K_{H1}$ ,  $K_{H2}$  и при наилучшей (наибольшей) линейности  $K_{HH}$  по формуле:  $K_H = (S_B - S_H)/S_{cp}$ , где  $S_B$ ,  $S_H$ ,  $S_{cp}$  – вертикальный размер верхнего, нижнего и среднего квадратов (прямоугольников при плохой линейности) соответственно.

При выполнении п. 4.4 сопротивление кадровых отклоняющих катушек изменяют дискретно переключением четырех резисторов, соединенных последовательно с этими катушками ( $R_{Д1}^k = R_{Д2}^k = R_{Д3}^k = R_{Д4}^k = 9,1 \text{ Ом}$ ).

Влияние обратной связи (п. 4.5) оценивают сравнением формы тока в отклоняющих катушках и линейности изображения при включенной и выключенной цепи обратной связи.

Напряжение питания выходного каскада при выполнении п. 4.6 изменяйте в пределах от 20 до 30 В.

## **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАДАНИЮ**

5.1. Обоснуйте требуемую форму напряжения на кадровых отклоняющих катушках при пилообразной форме тока, протекающего через них.

5.2. Какие существуют способы подключения отклоняющих катушек к выходному каскаду кадровой развертки? Перечислите достоинства и недостатки каждого из них.

5.3. Покажите (графически) возможные варианты влияния нелинейности отклоняющего тока во время прямого хода на качество воспроизводимого изображения сетчатого (шахматного) поля.

5.4. Как зависит линейность тока отклонения от сопротивления отклоняющих катушек?

5.5. Как количественно определить коэффициент нелинейности по осциллограмме тока и изображению сетчатого (шахматного) поля?

5.6. Назовите способы улучшения линейности пилообразного тока. Какие из них применяют в исследуемом генераторе кадровой развертки?

5.7. Объясните назначение всех узлов изучаемого генератора развертки на структурной (функциональной) схеме, а также всех активных и регулировочных элементов на принципиальной схеме.

5.8. Поясните принцип действия электромагнитных отклоняющих устройств. Чем определяется размах отклоняющего тока?

5.9. Что представляет собой задающий генератор в исследуемом устройстве кадровой развертки?

5.10. Почему в транзисторных устройствах кадровой развертки между окончательным каскадом и задающим генератором включают буферный усилитель?

5.11. Как правильно выбрать период собственных колебаний задающего генератора вертикальной развертки при заданном периоде повторения синхронизирующих импульсов полей?

5.12. Почему цепь обратной связи по напряжению в основном влияет на линейность в верхней части телевизионного раstra?

5.13. Как регулируют линейность изображения по вертикали в исследуемом генераторе развертки?

5.14. Какие используют методы стабилизации вертикального размера изображения в современных телевизорах? Какой из них реализован в изучаемом генераторе кадровой развертки?

5.15. В чем сущность применяемого в исследуемом устройстве развертки способа центрирования изображения по вертикали?

5.16. Поясните необходимость введения и принцип действия генератора импульсов обратного хода.

5.17. Как формируют гасящие импульсы полей в изучаемом генераторе кадровой развертки?

## **6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

6.1. Результаты выполнения домашнего (пп. 2.2-2.5) и лабораторного (пп. 4.1-4.6) заданий.

Осциллограммы напряжений и токов в контрольных точках должны быть выполнены в едином временном масштабе одна под другой с соблюдением совпадений соответствующих моментов времени.

6.2. Краткие выводы по каждому пункту выполненного лабораторного задания и по работе в целом.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИЗОРА**

#### **1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

1.1. Цель работы:

изучение принципа действия генератора (блока) строчной (горизонтальной) развертки (ГСР) цветного телевизора;

изучение методов формирования пилообразного тока в строчных отклоняющих катушках (СОК) и получения высокого напряжения для питания 2-го анода кинескопа.

1.2. При выполнении домашнего задания студенты должны изучить принцип действия ГСР современного цветного телевизора и рассчитать основные параметры выходного каскада.

В процессе выполнения лабораторного задания студенты изучают применяемый в ГСР телевизора ЗУСЦТ способ формирования пилообразного тока, снимают осциллограммы напряжений и токов в характерных (контрольных) точках генератора развертки, выясняют влияние изменений параметров узловых элементов ГСР на форму отклоняющего тока и качество воспроизводимого ТВ изображения.

1.3. Для выполнения работы используют следующие приборы и оборудование:

лабораторный стенд на базе цветного телевизора ЗУСЦТ;  
осциллограф с блоком выделения ТВ строки С1-81;  
телевизионный тестовый прибор «Ласпи ТТ-03»;  
измерительную линейку.

## 2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Изучить принцип действия генератора строчной развертки:

форму тока в строчных отклоняющих катушках и соответствующую этому току форму напряжения на этих катушках для идеального и реального случаев;

назначение всех каскадов ГСР, форму напряжения (тока) на входе и выходе каждого из них.

2.2. Нарисовать структурную (функциональную) схему ГСР (модуля МС-3) цветного телевизора ЗУСЦТ.

2.3. Изобразить ожидаемую форму напряжения (тока) в характерных (контрольных) точках ГСР (модуля МС-3).

2.4. Рассчитать число отклоняющих ампер-витков  $I_{max}W_{СОК}$  строчных катушек, амплитуду пилообразного тока  $I_{max}$  в этих катушках и их индуктивность, обеспечивающих половину угла отклонения луча по горизонтали  $\varphi_G$ , при эффективной (эквивалентной) длине седлообразной отклоняющей системы –  $l_{эфф}$ , диаметре горловины кинескопа –  $d$ , напряжении на втором аноде кинескопа –  $U_{A2}$  и числе витков двух параллельно соединенных катушек –  $W_{СОК}$  (табл. 2).

2.5. Рассчитать необходимое напряжение источника питания  $E_{II}$  для выходного каскада.

2.6. Вычислить длительность обратного хода по строке  $t_{охс}$ .

2.7. Определить амплитуду импульса напряжения  $U_{Kmax}$  на коллекторе выходного транзистора.

Таблица 2

Параметр	Номер варианта											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\varphi_{\Gamma}$ , град	30	35	40	45	50	55	30	35	40	45	50	55
$l_{эфф}$ , см	4	4,5	5	5,5	6	6,5	5	4	4,5	6	6,5	5,5
$d$ , см	2	2,8	2,9	3	3,6	3,8	3	2	2,8	2,9	3,6	3
$U_{A2}$ , кВ	18	19	20	21	22	23	24	25	20	21	22	23
$W_{СОК}$	80	100	120	140	160	180	200	220	90	110	150	170

Для выполнения домашнего задания следует изучить теоретический материал по процессам и устройствам строчной развертки, изложенный в [1, с. 159-178]. При этом выполнение домашнего задания целесообразно начать (п. 2.1) с изучения эквивалентной схемы выходного каскада строчной развертки, рассмотрев сначала идеальный случай (когда активное сопротивление потерь  $R_{\Pi} = 0$ ), а затем реальный ( $R_{\Pi} \neq 0$ ). Обратите особое внимание на изменение формы тока в строчных катушках и напряжения на них. Затем изучите принципы построения выходных каскадов на транзисторах, составьте обобщенную структурную схему генератора строчной развертки. После этого переходите к изучению построения ГСР цветных телевизоров.

При выполнении пп. 2.2 и 2.3 используйте структурную и принципиальную схемы ГСР этого телевизора, представленные в приложениях 4 и 5 данного руководства. Возможные формы сигналов приведены в приложении 3.

Расчет числа ампер-витков  $I_{max}W_{СОК}$ , необходимых для отклонения луча по горизонтали на угол  $\varphi_{\Gamma}$  (п. 2.4), производите по формуле:

$$I_{max} W_{СОК} = 2,7 q_c \cdot \frac{d}{l_{эфф}} \cdot \sin \varphi_{\Gamma} \cdot \sqrt{U_{A2}},$$

где  $q_c$  – поправочный коэффициент, учитывающий потери в сердечнике отклоняющей системы,  $q_c = 1,4$ ;

Амплитуду отклоняющего тока  $I_{max}$  вычислите по формуле  $I_{max} = (I_{max} W_{СОК}) / W_{СОК}$ .

С достаточной для практики точностью индуктивность пары седлообразных отклоняющих катушек может быть рассчитана по выражению:

$$L_{СОК} = l_{эфф} \cdot W_{СОК}^2 \cdot 10^{-8} \text{ Гн.}$$

Для отклоняющей системы ОС-90.29ПЦ17  $L_{СОК} = 2,18$  мГн.

Напряжение источника питания  $E_{II}$  выходного каскада (п. 2.5) определите по формуле:  $E_{II} = L_{СОК} \cdot (2I_{max} / t_{ПХС})$ , где  $2I_{max}$  – полный размах отклоняющего тока в СОК;  $t_{ПХС}$  – длительность прямого хода строчной развертки.

Длительность обратного хода  $t_{ОХС}$  (п. 2.6) рассчитайте при четырех значениях емкости  $C_{ОХС}$  (1000, 3300, 4700 и 6800 пФ) по выражению:

$$t_{ОХС} = \pi \cdot \sqrt{L_{СОК} \cdot C_{ОХС}}.$$

После этого определите размах импульсного напряжения  $U_{Kmax}$ , возникающего на коллекторе выходного транзистора во время обратного хода строчной развертки (п. 2.7), по формуле:  $U_{Kmax} = E_{II} + U_{max} = E_{II} + (\pi / 2) \cdot E_{II} \cdot (t_{ПХС} / t_{ОХС})$ , где  $U_{max}$  – амплитуда импульса напряжения на СОК.

### 3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ

3.1. Каково назначение генератора строчной развертки ГСР в телевизионном приемнике?

3.2. Перечислите требования, предъявляемые к ГСР.

3.3. Какие особенности имеют ГСР цветных телевизоров по сравнению с ГСР черно-белых телевизоров?

3.4. Нарисуйте обобщенную структурную (функциональную) схему генератора строчной развертки и поясните принцип его действия по этой схеме.

3.5. Изобразите формы напряжения (тока) на входе и выходе каждого узла представленного ГСР.

3.6. Обоснуйте требуемую форму напряжения на строчных отклоняющих катушках.

3.7. Поясните (графически) необходимость демпфирования паразитных колебаний в выходном каскаде генератора строчной развертки.

3.8. Назовите причины образования симметричных искажений раstra при линейном отклоняющем токе. Как можно скорректировать такие искажения?

3.9. Объясните принцип действия выходного каскада строчной развертки по эквивалентной схеме (сопротивление потерь  $R_{\text{л}} = 0$ ). Нарисуйте формы тока и напряжения на СОК во время прямого и обратного ходов.

3.10. Чем определяются амплитуды пилообразного тока в СОК и импульса напряжения на катушках, а также длительность обратного хода строчной развертки в идеализированном выходном каскаде?

3.11. Перечислите способы получения высокого напряжения для питания второго анода кинескопа.

3.12. Объясните принцип действия и устройство отклоняющей системы исследуемого телевизора.

## 4. ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

4.1. Просмотреть, зарисовать, измерить амплитуду, длительность и период повторения (частоту) импульсов напряжений (токов) в контрольных точках генератора строчной развертки при минимальных координатных искажениях телевизионного изображения:

а) на входе и выходе предварительного усилителя и выходного каскада;

б) в демпферной цепи;

в) в строчных отклоняющих катушках;

г) на вторичной (понижающей) обмотке выходного строчного трансформатора.

4.2. Оценить влияние шунтирующих выходной транзистор демпферных (симметрирующих) диодов на размах и линейность отклоняющего тока.

4.3. Исследовать влияние на форму отклоняющего тока и размах напряжения на 2-м аноде эквивалентной емкости конденсаторов, шунтирующих отклоняющие катушки.

4.4. Снять зависимости амплитуды тока в строчных отклоняющих катушках  $I_{max}$  и импульсов напряжения обратного хода  $U_{max}$  от напряжения источника питания  $E_{II}$  выходного каскада:  $I_{max} = f(E_{II})$  и  $U_{max} = f(E_{II})$ .

4.5. Исследовать способ коррекции подушкообразных искажений изображения.

4.6. Изучить влияние регулятора линейности строк  $L2$  («ЛИНЕЙНОСТЬ») и изменения сопротивления подстроечного резистора  $R13$  («РАЗМЕР») на форму отклоняющего тока и воспроизводимое ТВ изображение.

4.7. Снять зависимость коэффициента нелинейности  $K_H$  от сопротивления строчных отклоняющих катушек  $R_{СОК}$ :  $K_H = f(R_{СОК})$ .

4.8. Снять зависимость потребляемой выходным каскадом мощности  $P_{II}$  от амплитуды отклоняющего тока  $I_{max}$ :  $P_{II} =$



$= f(I_{max})$ .

**ЗАПОМНИТЕ!** Элементы демпфирования и конденсаторы обратного хода можно отключать и подключать только при *выключенном* питании телевизора (стенда)!

Вначале ознакомьтесь с назначением и расположением регулировочных элементов и контрольных точек на плате модуля строчной развертки. Затем включите в питающую сеть телевизор, тестовый прибор и осциллограф. Подключив выход тестового прибора ко входу телевизора, добейтесь устойчивого изображения серой шкалы (градационного клина) на экране кинескопа. По этому изображению установите нормальные яркость и контраст соответствующими ручками на передней панели телевизора. Переключив тестовый прибор на режим сетчатого или шахматного поля, в случае необходимости отцентрируйте изображение, установите номинальный размер раstra и наилучшую линейность по горизонтали, используя для этого соответствующие регулировочные элементы, расположенные на передней панели стенда. После этого приступайте к выполнению п. 4.1 лабораторного задания.

При снятии осциллограммы напряжения на коллекторе выходного транзистора  $VT2$  (п. 4.1,а) *обязательно* используйте *высоковольтный* делитель напряжения. Ток, протекающий через выходной транзистор, следует проследить при подключении осциллографа к дополнительному резистору  $R_3$ , включенному в эмиттерную цепь этого транзистора ( $R_3 = 0,1$  Ом).

Для изучения тока демпферной цепи (п. 4,1,б) осциллограф подсоедините к дополнительному резистору  $R_D$ , включенному последовательно с демпферным диодом  $VD5$  ( $R_D = 0,1$  Ом).

Ток, протекающий через строчные отклоняющие катушки (п. 4,1,в) исследуют при подключении осциллографа ко вторичной обмотке дополнительного трансформатора  $T_D$ , первичная обмотка которого включена последовательно с этими катушками.

Проследить разнополярные строчные импульсы обрат-

ного хода (п. 4.1,з) можно при поочередном подключении осциллографа к выводам 3 и 5 понижающей обмотки строчного трансформатора ТВС.

При выполнении п. 4.2 сначала убедитесь по ТВ изображению в возможности функционирования выходного каскада без демпферной цепи, для чего отсоедините ее (только при *выключенном* из питающей сети телевизоре) от коллектора выходного транзистора. Зарисуйте осциллограмму коллекторного тока выходного транзистора, измерьте его размах. Сравните эту осциллограмму с полученной ранее в п. 4.1,в, обратив внимание на изменения размаха и линейности отклоняющего тока. Отметьте на осциллограмме время работы выходного транзистора в прямом и обратном направлениях.

Восстановив симметричность ключа выходного каскада, снять зависимости длительности обратного хода  $t_{OXC}$  и амплитуды импульсов напряжения обратного хода  $U_{max}$  от значения емкости конденсаторов, шунтирующих выходной транзистор, следовательно и строчные отклоняющие катушки (п. 4.3):  $t_{OXC} = f(C_{OXC})$ ;  $U_{max} = f(C_{OXC})$ . Результаты измерений сравните с расчетными. При переключении конденсаторов обратите внимание на изменение яркости ТВ изображения и его размера по горизонтали. По окончании измерений переключатель поставьте в исходное положение.

Уменьшая с помощью соответствующего регулятора напряжение источника питания выходного каскада от 135 до 110 В (п. 4.4), снять зависимость амплитуды отклоняющего тока  $I_{max}$  и импульсов напряжения обратного хода  $U_{max}$  от напряжения источника питания  $E_{П}$ . После измерений поставить регулятор в исходное положение.

При выполнении п. 4.5 сначала снимите осциллограммы напряжений на входе и выходе усилителя-формирователя, широтно-импульсного модулятора и выходного каскада в submodule коррекции раstra при нормальной линейности ТВ изображения. Затем наблюдайте за влиянием изменения сопротивления подстроечного резистора  $R5$  («КОРРЕКЦИЯ

ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЛИНИЙ») на форму отклоняющего тока и воспроизводимое ТВ изображение. После этого оцените действие емкости конденсаторов S-корректора также на форму тока в СОК и ТВ изображение. Изменение емкости этих конденсаторов достигают соответствующим переключателем. Все осциллограммы токов зарисовать.

Влияние регулировочных элементов (п. 4.6) оцените по синхронным (одновременным) изменениям изображения на экране кинескопа и осциллограмм отклоняющих токов. Затем определите коэффициенты нелинейности изображения по горизонтали при наихудшей и наилучшей линейности по выражению:  $K_H = (S_L - S_{II})/S_{cp}$ , где  $S_L$ ,  $S_{II}$  и  $S_{cp}$  – горизонтальный размер второго с левого края, предпоследнего с правого края и среднего квадратов (прямоугольников при плохой линейности) соответственно.

При выполнении п. 4.7 сопротивление строчных отклоняющих катушек изменяют дискретно переключением четырех резисторов, соединенных последовательно с этими катушками ( $R_{Д1}^C = R_{Д2}^C = R_{Д3}^C = R_{Д4}^C = 5,1 \text{ Ом}$ ). Сопротивление параллельно соединенных катушек СОК равно 1,6 Ом (для ОС-90.29ПЦ17).

## **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАДАНИЮ**

5.1. Какие элементы выполняют роль двухстороннего ключа в изучаемом транзисторном выходном каскаде строчной развертки?

5.2. Поясните принцип действия выходного каскада по принципиальной схеме.

5.3. В каком режиме работает выходной транзистор?

5.4. Нарисуйте и поясните формы напряжения и тока базы транзистора выходного каскада строчной развертки.

5.5. В чем заключается особенность работы выходного каскада строчной развертки по сравнению с выходным кас-

кадом кадровой развертки?

5.6. Какую роль выполняет диод, шунтирующий выходной транзистор в генераторе строчной развертки?

5.7. Какие требования предъявляют к транзистору и диоду, работающим в выходном каскаде строчной развертки? Что такое разрывная мощность ключа?

5.8. Нарисуйте и поясните формы коллекторного тока выходного транзистора и тока шунтирующего этот транзистор диода.

5.9. Покажите на полученных осциллограммах коллекторного тока выходного транзистора и тока демпферного диода начало и окончание прямого хода строчной развертки.

5.10. Для чего шунтируют строчные отклоняющие катушки дополнительными конденсаторами? Как сказывается это на форме отклоняющего тока?

5.11. Параметрами каких элементов определяется время обратного хода в исследуемом генераторе строчной развертки?

5.12. Почему в телевизорах высокое напряжение для питания второго анода кинескопа получают с помощью генератора строчной развертки?

5.13. Поясните процесс формирования высоковольтного напряжения в изучаемом ГСР.

5.14. Как зависит амплитуда высоковольтных импульсов напряжения на отклоняющих катушках от длительности обратного хода строчной развертки?

5.15. Для чего и каким образом придают отклоняющему току S-образную форму?

5.16. От чего зависит и как проявляется на ТВ изображении нелинейность отклоняющего тока?

5.17. По какому изображению на экране телевизора и каким образом можно определить коэффициент нелинейности строчной развертки?

5.18. Поясните сущность применяемых в исследуемом ГСР принципов регулирования линейности, центровки и раз-

мера изображения по горизонтали.

5.19. Как добиваются стабилизации размера изображения по горизонтали?

5.20. Объясните назначение всех узлов изучаемого ГСР по структурной (функциональной) схеме, а также всех активных и регулировочных элементов по принципиальной схеме.

## **6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

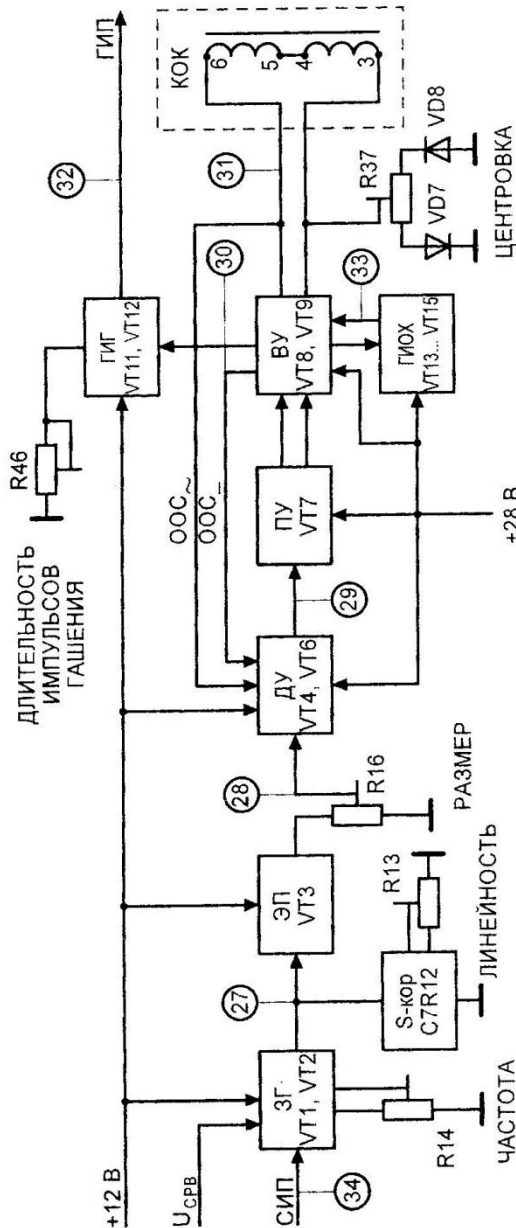
6.1. Результаты выполнения домашнего (пп. 2.2-2.7) и лабораторного (пп. 4.1-4.8) заданий.

Осциллограммы напряжений и токов в контрольных точках должны быть выполнены в одном масштабе времени одна под другой с соблюдением синфазности электрических сигналов.

6.2. Краткие выводы по каждому пункту выполненного лабораторного задания и по работе в целом.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## СТРУКТУРНАЯ СХЕМА БЛОКА (ГЕНЕРАТОРА) КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ



ГИГ — генератор импульсов гашения;  
 БУ — выходной усилитель (мощности);  
 ГИОХ — генератор импульсов обратного хода;  
 КОК — кадровые отклоняющие катушки;  
 S-кор — S-корректор

3Г — задающий генератор;  
 ЭП — эмиттерный повторитель;  
 ДУ — дифференциальный усилитель;  
 ПУ — предеаритеральный усилитель;

## ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ БЛОКА КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ ПО ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ

### 1. Задающий генератор

Задающий генератор (ЗГ) выполнен по схеме генератора линейно изменяющегося напряжения (фантастронного типа) на транзисторах различной проводимости  $VT1$  (КТ209Б1) и  $VT2$  (КТ645А) (рис. П2.1.). При включении питания (телевизора) оба транзистора открываются и генератор представляет собой двухкаскадный усилитель, в котором выход одного каскада соединен со входом другого через элементы  $C2$ ,  $R3$  и  $C4$ , т.е. усилитель охвачен глубокой *положительной* обратной связью. Это приводит к возникновению лавинообразного процесса; в результате оба транзистора переходят в режим глубокого насыщения (токи баз значительно превосходят значения, необходимые для полного открывания транзисторов).

Через открытые транзисторы происходит зарядка конденсаторов  $C2$  и  $C4$  от источника питания +12 В. Конденсатор  $C2$  начинает заряжаться по цепи: источник +12 В, резистор  $R9$ , диод  $VD1$ , переход эмиттер-база транзистора  $VT1$ , конденсатор  $C2$ , переход коллектор-эмиттер транзистора  $VT2$ , корпус. Конденсатор  $C4$  заряжается по цепи: +12 В, резистор  $R9$ , диод  $VD1$ , переход эмиттер-коллектор транзистора  $VT1$ , конденсатор  $C4$ , переход база-эмиттер транзистора  $VT2$ , корпус. Конденсаторы заряжаются по экспоненциальному (замедленному) закону, определяемому сопротивлением насыщения одного транзистора и сопротивлением перехода база-эмиттер второго транзистора.

После окончания зарядки конденсаторов  $C2$ ,  $C4$  транзистор  $VT1$  закрывается по базе положительным напряжением

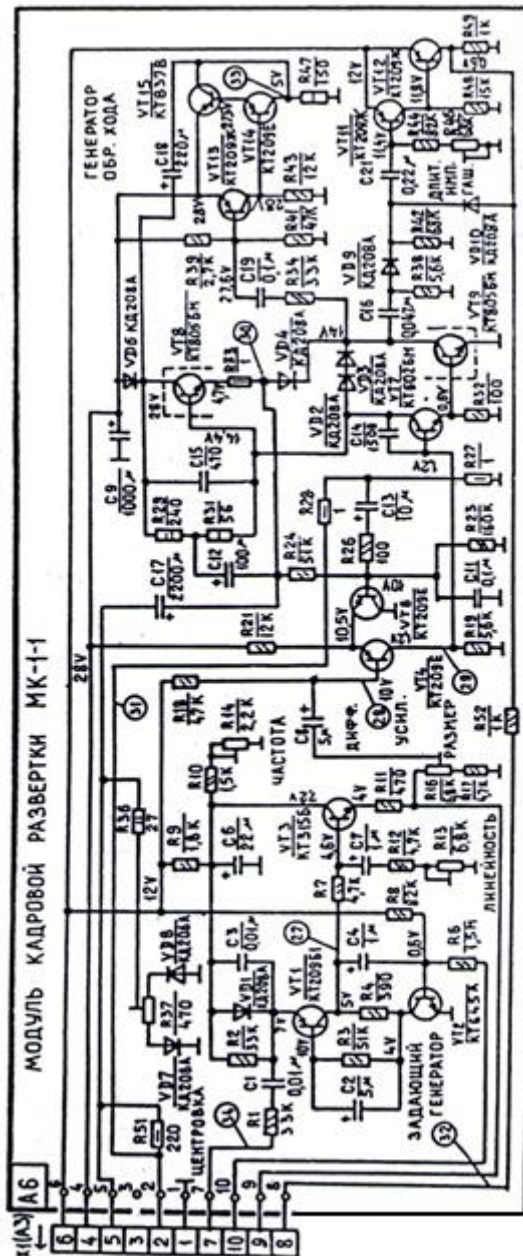


Рис. П2.1. Принципиальная схема модуля кадровой развертки МК-1-1



на конденсаторе  $C2$ , а транзистор  $VT2$  переходит в усилительный режим.

Промежуток времени, пока транзисторы находились в режиме насыщения, соответствовал времени обратного хода кадровой развертки.

Пилообразное напряжение прямого хода развертки формируется за счет разрядки конденсатора  $C4$  постоянным током по цепи: верхний по схеме (см. рис. П2.1) вывод конденсатора  $C4$ , резистор  $R4$  (выполняет также роль общей коллекторной нагрузки транзисторов  $VT1$ ,  $VT2$ ), переход коллектор-эмиттер транзистора  $VT2$ , корпус, источник питания, резистор  $R8$ , нижний по схеме вывод конденсатора  $C4$ . Конденсатор  $C2$  разряжается через резистор  $R3$  до момента открывания транзистора  $VT1$ . После этого процесс повторяется – происходит формирование обратного хода кадровой развертки.

Скорость протекания процесса, т.е. *частота колебаний* ЗГ, определяется (кроме параметров цепочки  $R4C4R8$  и сопротивления насыщения транзистора  $VT2$ ) значением напряжения, питающего транзисторы  $VT1$  и  $VT2$ . Поэтому частота кадров регулируется с помощью подстроечного резистора  $R14$  «ЧАСТОТА» (входящего в делитель  $R9R10R14$ ), который изменяет напряжение питания на конденсаторе  $C6$ . Резистором  $R14$  устанавливается начальная частота колебаний ЗГ ниже частоты синхронизирующих импульсов полей (СИП).

Синхронизация ЗГ осуществляется импульсами СИП положительной полярности. Они поступают с контакта 7 соединителя  $X1$  через цепь  $R1C1$  на эмиттер транзистора  $VT1$  до окончания процесса формирования прямого хода (разрядки конденсатора  $C4$ ). Это вызывает на время длительности СИП увеличение напряжения на эмиттере  $VT1$  (до 8 В), открывание последнего и тем самым принудительно переводит ЗГ в режим формирования обратного хода, т.е. обеспечивает синхронизацию задающего генератора кадровой развертки.

Стабилизация размера кадра по вертикали при изменении тока лучей кинескопа осуществляется следующим образом. На

базу транзистора  $VT2$  с контакта 10 соединителя  $X1$  через резистор  $R6$  поступает напряжение, пропорциональное току лучей кинескопа, которое создается в блоке строчной развертки МС-3 элементами  $R23$ ,  $R22$ ,  $VD8$ ,  $C13$  и  $R21$ . Под влиянием этого напряжения изменяется усиление транзистора  $VT2$  и тем самым размах пилообразных импульсов, т.е. стабилизируется размер изображения по вертикали.

## 2. Эмиттерный повторитель

С конденсатора  $C4$  пилообразное напряжение через резистор  $R7$  поступает на базу эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе  $VT3$  (КТ315Б). Этот каскад усиливает напряжение по мощности и уменьшает влияние последующих каскадов на задающий генератор.

Цепь  $C7R12R13$ , подсоединенная к базе транзистора  $VT3$ , предназначена для коррекции линейности пилообразного напряжения, сформированного задающим генератором. Регулировка линейности по кадру производится подстроечным резистором  $R13$  «ЛИНЕЙНОСТЬ».

Эмиттерная нагрузка транзистора  $VT3$  состоит из резисторов  $R11$ ,  $R16$ ,  $R17$ . Пилообразное напряжение снимается с части этой нагрузки – подстроечного резистора  $R16$  «РАЗМЕР» (позволяющего изменять *амплитуду* этого напряжения, т.е. размер изображения по вертикали) и через конденсатор  $C8$  поступает на один из входов дифференциального усилителя (ДУ).

## 3. Дифференциальный усилитель

Транзисторы  $VT4$  и  $VT6$  (КТ209Е) образуют дифференциальный усилитель, т.е. усилитель с общей эмиттерной нагрузкой – резистором  $R21$ . Благодаря большому входному и малому выходному сопротивлению ДУ сводится до минимума влияние выходного каскада на задающий генератор, чем обес-

печивается стабильность его работы. Кроме того, ДУ позволяет использовать *отрицательную обратную связь* (ООС) по переменному и постоянному току, что улучшает и упрощает регулировку линейности по кадрам и повышает термостабильность выходных транзисторов. Напряжения ООС заводятся на базу VT6.

Отрицательная обратная связь по *переменному* току реализуется следующим образом: пилообразное напряжение снимается с резистора R27, соединенного последовательно с кадровыми отклоняющими катушками (КОК), и через конденсатор C13 и резистор R26 подается на базу транзистора VT6. Это напряжение, пропорциональное пилообразному току в КОК, находится в противофазе с напряжением на базе транзистора VT4 и при увеличении тока через КОК уменьшает усиление ДУ, т.е. стабилизирует размер по кадрам. Кроме того, наличие ООС по переменному току позволяет получить на базах транзисторов выходного каскада напряжение пилообразно-параболической формы, в котором *параболическая* составляющая предназначена для компенсации индуктивной части полного сопротивления КОК. При пилообразно-параболической форме управляющего напряжения через КОК протекает *линейно нарастающий* ток. Таким образом, для обеспечения необходимой линейности пилообразного тока на КОК следует подавать напряжение, содержащее пилообразную и параболическую составляющие. Последнюю составляющую формирует ООС по переменному току.

Отрицательная обратная связь по *постоянному* току осуществляется путем подачи напряжения на базу транзистора VT6 со средней точки выходного усилителя с помощью делителя на резисторах R23 и R24, подсоединенного к эмиттеру транзистора VT8 через резистор R33. Благодаря этому повышается *стабильность* режима работы предвыходного и выходного каскадов развертки. Конденсатор C11 в цепи базы транзистора VT6 отфильтровывает напряжение наводки строчной частоты.

Резистор  $R18$  обеспечивает режим по постоянному току дифференциального усилителя и транзистора  $VT7$  (КТ602БМ) – предвыходного усилителя. С резистора  $R19$ , являющегося коллекторной нагрузкой транзистора  $VT4$ , сигнал поступает на базу  $VT7$ .

#### 4. Предварительный и выходной усилители

Предварительный усилитель на транзисторе  $VT7$  выполнен по схеме с разделенной нагрузкой (*фазоинверсного* каскада), состоящей из резисторов  $R29$ ,  $R31$  в коллекторе и резистора  $R32$  в эмиттере. В точку соединения резисторов  $R29$ ,  $R31$  через конденсатор  $C12$  подано напряжение положительной обратной связи с выходного каскада для уменьшения длительности обратного хода. С цепей нагрузки транзистора  $VT7$  сигналы в противофазе поступают на базы транзисторов выходного каскада: из коллекторной цепи  $VT7$  сигнал с резистора  $R31$  подается на базу транзистора  $VT8$  (КТ805БМ), а из эмиттерной цепи с резистора  $R32$  – на базу транзистора  $VT9$  (КТ805БМ).

Выходной каскад выполнен по *двухтактной бестрансформаторной* схеме с переключающим диодом  $VD4$ . Транзисторы  $VT8$  и  $VT9$ , включенные последовательно через диод  $VD4$  и резистор  $R33$ , работают поочередно: *в первой половине прямого хода –  $VT8$ , во второй –  $VT9$ .*

В первую половину прямого хода (*от верха экрана до его середины*) открыт и пропускает ток в КОК транзистор  $VT8$  по цепи: источник напряжения +28 В, диод  $VD6$ , коллекторный и эмиттерный переходы транзистора  $VT8$ , резистор  $R33$ , конденсатор  $C17$ , контакт 5 соединителя  $X1$ , [соединительная плата (контакт 9 соединителя  $X3$ ), модуль строчной развертки (контакт 7 соединителя  $X1$ )], кадровые отклоняющие катушки и обратно после модуля строчной развертки и соединительной платы контакт 2 соединителя  $X1$ , резисторы  $R28$ ,  $R27$ , корпус. Происходит зарядка 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 (в середине экрана) до максимума (внизу экрана). При этом ток протекает по цепи: положительный вывод конденсатора *C17*, диод *VD4*, коллекторный и эмиттерный переходы транзистора *VT9*, корпус, резисторы *R27*, *R28*, контакт 2 соединителя *X1*, соединительная плата (контакт 11 соединителя *X3*), модуль строчной развертки (контакт 5 соединителя *X1*), КОК и обратно после модуля строчной развертки и соединительной платы контакт 5 соединителя *X1*, минусовый вывод конденсатора *C17*.

Когда лучи кинескопа достигают нижнего края экрана, прекращается поступление открывающего импульса на базу транзистора *VT9*. Он закрывается, а транзистор *VT8* открывается базовым током, который протекает от источника 28 В через диод *VD6*, резисторы *R29*, *R31*, эмиттерный переход транзистора *VT8*, резистор *R33*, конденсатор *C17*, контакт 5 соединителя *X1*. При этом формируется напряжение обратного хода развертки, которое быстро возвращает лучи кинескопа от нижней границы экрана к верхней.

Наличие диода *VD4* способствует быстрому запираанию транзистора *VT8*. Кроме этого, 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 закрывающего напряжения смещения и одновременно обеспечивают *термокомпенсацию* транзисторов выходного каскада.

## 5. Центровка изображения по вертикали

Центровка по вертикали осуществляется в результате выпрямления импульсов кадровой развертки, т.е. *изменением размаха и направления постоянной составляющей* в КОК. Элементы центровки – диоды *VD7*, *VD8*, подстроечный рези-

стор  $R37$  «ЦЕНТРОВКА» – подключены через резистор  $R36$  и контакт 5 соединителя  $X1$  к КОК. В среднем положении движка резистора  $R37$  выпрямленные токи равны и направлены навстречу друг другу. При этом постоянный ток в КОК отсутствует. При вращении движка резистора  $R37$  от среднего положения напряжение на резисторе становится однополярным и через КОК на корпус протекает ток положительного или отрицательного знака, отчего растр смещается вверх или вниз.

Таким образом, в зависимости от положения движка  $R37$  бо́льшая или меньшая часть тока выходных транзисторов  $VT8$ ,  $VT9$  будет ответвляться в устройство центровки, обеспечивая тем самым перемещение растра по вертикали.

## 6. Генератор импульсов обратного хода

Длительность обратного хода кадровой развертки прямо пропорциональна току в кадровых катушках и обратно пропорциональна напряжению, приложенному к ним. Применение бестрансформаторного двухтактного выходного усилителя приводит к значительному увеличению длительности обратного хода кадровой развертки (менее 1 мс) питание выходного каскада во время обратного хода осуществляется от источника *повышенного* напряжения.

Роль такого источника выполняет генератор импульсов обратного хода, собранный на транзисторах  $VT13$  (КТ209Ж),  $VT14$  (КТ209Е) и  $VT15$  (КТ837В), включенных по схеме импульсного усилителя – коллекторный ток транзистора  $VT13$  является базовым током транзистора  $VT14$ . Транзисторы  $VT14$ ,  $VT15$  представляют собой составной транзистор.

Во время прямого хода кадровой развертки транзистор  $VT13$  открыт напряжением, поступающим на его базу с делителя  $R39R41$ . Транзисторы  $VT14$ ,  $VT15$  закрыты падением напряжения на резисторе  $R43$ . В этот промежуток времени конденсатор  $C18$  заряжается от источника напряжения +28 В через

диод  $VD6$  и резистор  $R47$  на корпус. К концу прямого хода развертки, когда напряжение на левом (по схеме) выводе конденсатора  $C18$  и катоду диода  $VD6$  уравнивается, диод  $VD6$  закрывается, отключая источник питания.

После окончания прямого хода развертки (на время обратного хода) транзистор  $VT9$  закрывается, а транзистор  $VT8$  открывается. Начало обратного хода развертки сопровождается всплеском положительного напряжения (импульсом) на коллекторе транзистора  $VT9$ , который через резистор  $R34$  и конденсатор  $C19$  поступает на базу транзистора  $VT13$  и закрывает его. Это вызывает появление отрицательного импульса на эмиттере транзистора  $VT13$  и открывает транзисторы  $VT14$  и  $VT15$ . Теперь к выходному каскаду будет приложено напряжение, равное сумме напряжений на конденсаторе  $C18$  и источника  $+28$  В. Через открытый до насыщения транзистор  $VT15$  напряжение на конденсаторе  $C18$  оказывается соединенным последовательно с напряжением источника  $+28$  В, что и приводит к увеличению напряжения на коллекторе транзистора  $VT8$  примерно в 2 раза. Соответственно уменьшается длительность импульсов обратного хода по кадрам.

После окончания импульса обратного хода диод  $VD6$  открывается и к коллектору транзистора  $VT8$  подключается источник  $+28$  В – начинает протекать ток прямого хода и процесс повторяется.

## 7. Генератор импульсов гашения

Каскад формирования импульсов гашения обратного хода кадровой развертки собран по схеме *одновибратора* (моновибратора) на транзисторах  $VT11$ ,  $VT12$  (КТ209К). В ждущем режиме (во время прямого хода развертки) транзистор  $VT11$  открыт до насыщения током базы от источника  $+12$  В через эмиттерный переход и резисторы  $R44$ ,  $R46$ . При этом транзистор  $VT12$  закрыт положительным напряжением (около 12 В),

которое поступает на его базу через открытый транзистор *VT11*.

Одновибратор запускается положительными импульсами обратного хода, которые с выходного усилителя (коллектора транзистора *VT9*) через формирующую цепь на элементах *C16*, *R38*, *VD9*, *R42*, *C21*, *R44*, *R46* поступают на базу транзистора *VT11* и закрывают его. Напряжение на коллекторе *VT11* (на базе *VT12*) уменьшается и транзистор *VT12* открывается до насыщения. На коллекторной нагрузке транзистора *VT12* – резисторе *R49* – формируются прямоугольные положительные импульсы амплитудой около 11 В.

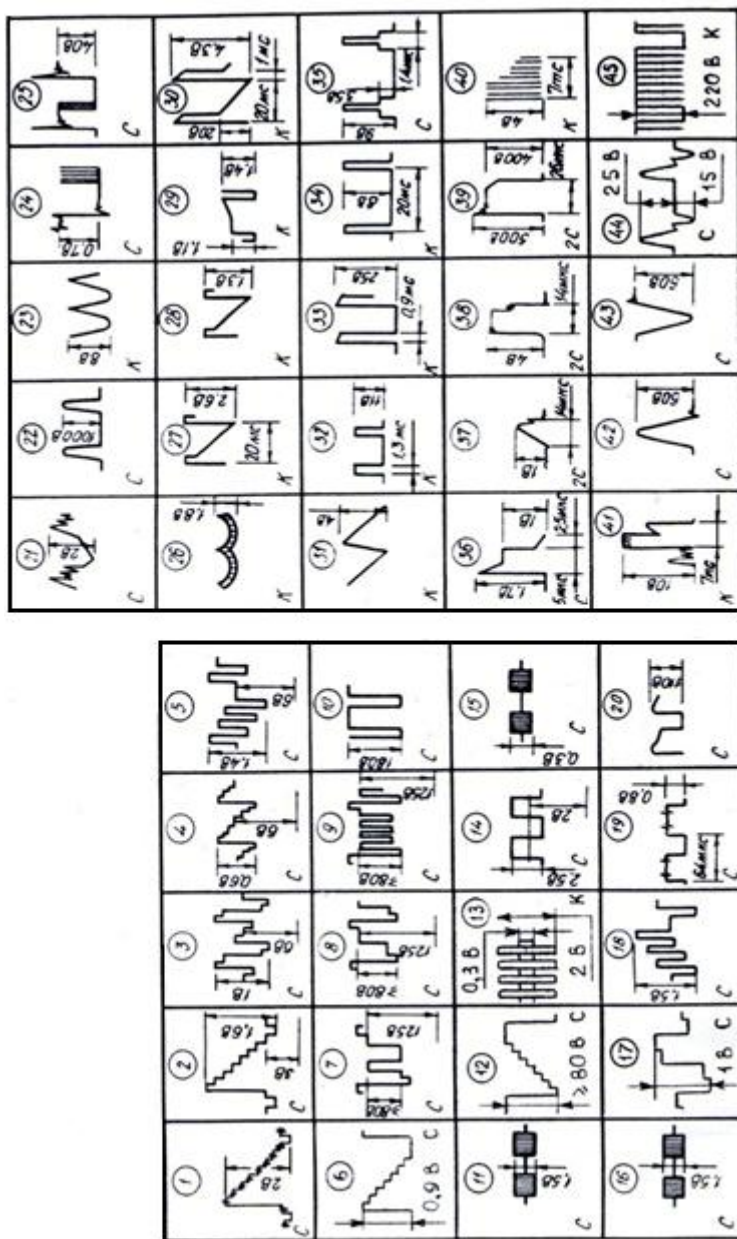
Длительность импульсов гашения можно регулировать в пределах 0,6...1,8 мс *изменением постоянной времени* цепи базы транзистора *VT11* с помощью подстроечного резистора *R46* «ДЛИТ. ИМП. ГАШ». Для этого через диод *VD10* импульсы с резистора *R49* подаются на конденсатор *C21* и заряжают его через цепь *R44R46*. Напряжение заряда на этих резисторах поддерживает транзистор *VT11* в закрытом состоянии. А так как длительность этого импульса зависит от постоянной заряда конденсатора *C21*, то, изменяя сопротивление резистора *R46*, можно менять длительность импульсов гашения обратного хода кадровой развертки.

Импульсы гашения через резистор *R52*, контакт 8 соединителя *X1*, соединительную плату (контакт 10 соединителя *X4*) поступают на усилитель импульсов гашения, расположенный в модуле цветности МЦ-2.

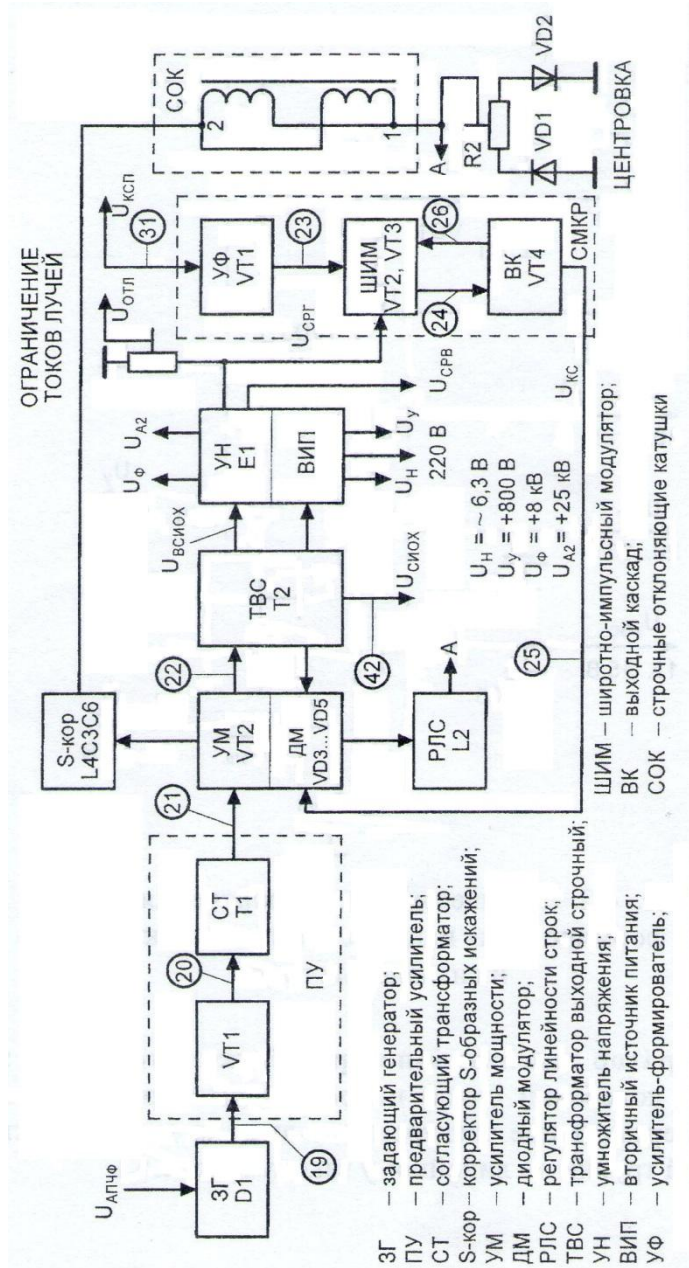


ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ВОЗМОЖНЫЕ ФОРМЫ СИГНАЛОВ В КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧКАХ



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА БЛОКА (ГЕНЕРАТОРА) СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ



### ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ БЛОКА СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ ПО ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ

Блок формирует пилообразный ток строчной развертки для отклонения лучей по горизонтали и ряд импульсных напряжений для работы устройств ограничения тока лучей кинескопа, автоматической подстройки частоты и фазы (АП-ЧиФ), стабилизации размеров изображения и др. В блоке вырабатываются также постоянные напряжения для питания анода, фокусирующего и ускоряющего электродов кинескопа, выходных видеоусилителей декодирующего устройства и стабилизатора напряжения варикапов в блоке управления, а также напряжения накала кинескопа.

В состав блока входят предварительный и выходной каскад строчной развертки, собранные на транзисторах  $VT1$  и  $VT2$  соответственно, составной диодный демпфер-модулятор на диодах  $VD3...VD5$  и submodule коррекции раstra (СКР).

Принципиальная схема блока строчной развертки (БСР) показана на рис. П5.1.

#### 1. Предварительный и выходной каскады

На базу транзистора  $VT1$  (КТ940А) от задающего генератора, находящегося в модуле радиоканала, через контакт 13 соединителя  $X3$  поступают управляющие прямоугольные импульсы длительностью 20...30 мкс с периодом следования  $H = 64$  мкс. Нагрузкой этого транзистора является межкаскадный (переходный) трансформатор  $T1$  (ТМС-21), вторичная понижающая обмотка которого включена в базовую цепь выходного транзистора  $VT2$  (КТ838А). Напряжение питания +130 В на коллектор транзистора  $VT1$  подается с контакта 12

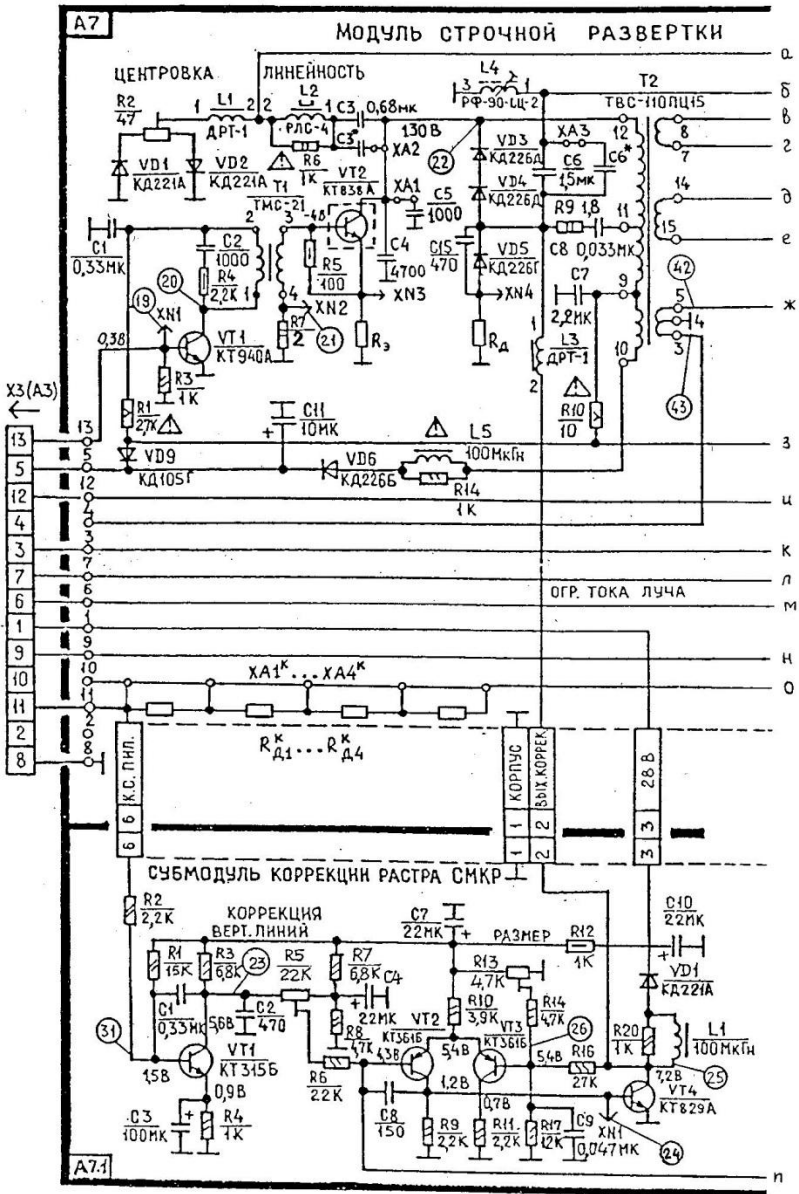


Рис. П5.1. Лист 1

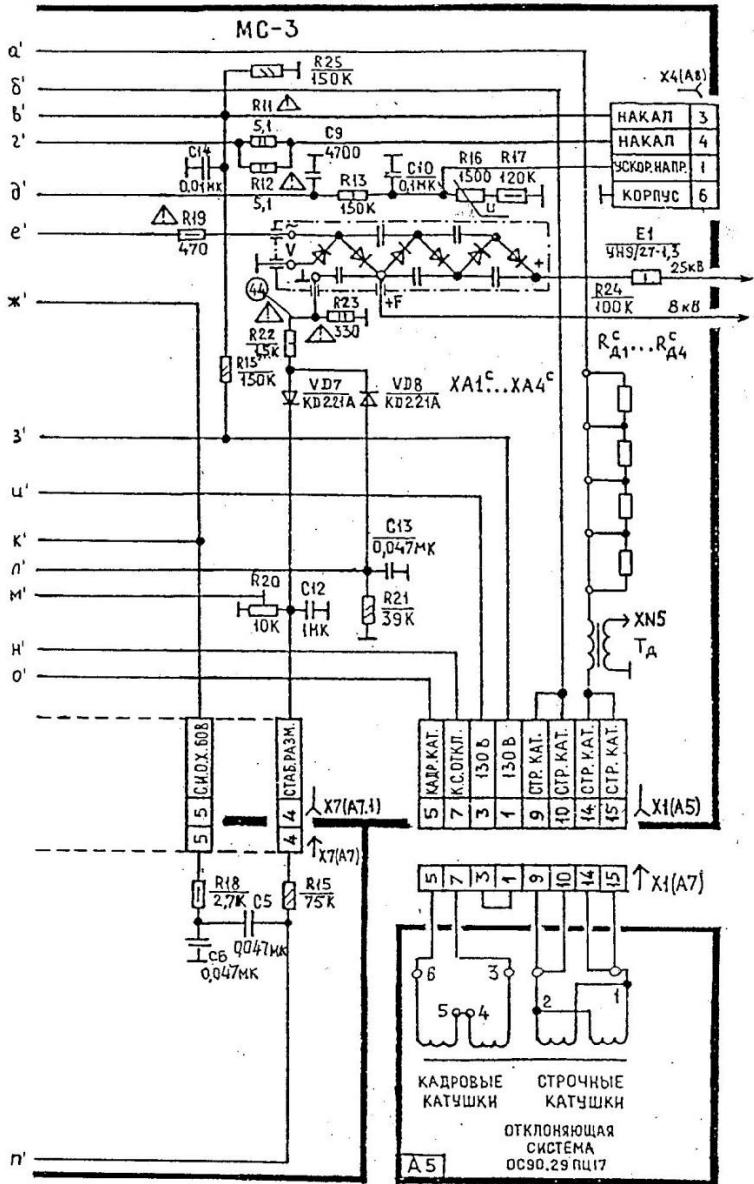


Рис. П5.1. Лист 2. Принципиальная схема модуля строчной развертки МС-3 (продолжение)

соединителя  $X3$  через контакт 3 соединителя  $X1$ , короткозамкнутую перемычку, установленную в соединителе отклоняющей системы между контактами 3 и 1, а также через развязывающий фильтр  $RIC1$  и первичную обмотку трансформатора  $T1$ .

Транзистор  $VT1$  совместно с трансформатором  $T1$  служит для согласования задающего генератора с выходным каскадом и создания управляющего импульса, обеспечивающего оптимальный режим переключения транзистора выходного каскада  $VT2$ . Транзистор  $VT1$  открывается положительными управляющими импульсами напряжения. При протекании коллекторного тока через первичную обмотку в трансформаторе  $T1$  накапливается магнитная энергия, которая при резком закрытии транзистора (в отрицательный полупериод управляющих импульсов) вызывает появление ЭДС самоиндукции – положительного выброса напряжения на первичной обмотке трансформатора  $T1$  и коллекторе  $VT1$ . При этом в контуре, образованном индуктивностью первичной обмотки трансформатора и ее распределенной (паразитной) емкостью, возникают собственные затухающие колебания. Для уменьшения выброса напряжения в начале этого процесса [и предотвращения возникновения затухающих колебаний] параллельно первичной обмотке включена демпфирующая цепь  $R4C2$ . Конденсатор  $C2$  понижает частоту колебаний, а резистор  $R4$  обеспечивает их апериодический характер. Сопротивление резистора  $R4$  выбрано таким, чтобы длительность колебаний не превышала одного периода, т.е. чтобы на обмотке возникала только одна полуволна напряжения, трансформируемая затем во вторичную обмотку.

Со вторичной понижающей обмотки трансформатора  $T1$  положительные импульсы напряжения поступают на базу транзистора  $VT2$ , управляя формированием пилообразного отклоняющего тока. Для стабилизации (ограничения) тока базы транзистора  $VT2$  и возможности осциллографического контроля формы и значения его тока базы (контрольная точка  $XN2$ ) вторичная обмотка трансформатора  $T1$  подсоединена к корпу-

су через резистор  $R7$ .

Выходной каскад состоит из электронного ключа на мощном транзисторе  $VT2$  (КТ838А), демпферных диодов (диодного модулятора)  $VD3...VD5$  и выходного строчного трансформатора  $T2$  типа ТВС-110ПЦ15.

В закрытом состоянии транзистор выдерживает обратное (между эмиттером и коллектором) импульсное напряжение до 1500 В, а в открытом – импульсный ток до 7,5 А при минимальных потерях. Напряжение питания на коллектор транзистора подается с контакта 1 соединителя  $X1$  через резистор  $R10$  и обмотку трансформатора  $T2$  (выводы 9, 12). Резистор  $R10$  ограничивает коллекторный ток при разрядах (пробоях) в кинескопе и уменьшает влияние изменения тока лучей на размер раstra по горизонтали. Кроме того, резистор  $R10$  совместно с конденсатором  $C7$  образует дополнительную ячейку фильтра в цепи питания. 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.

Чтобы исключить возможность пробоя выходного транзистора  $VT2$  при включении блока с отключенной отклоняющей системой (ОС), напряжение на его коллектор поступает через перемычку между контактами 1 и 3 соединителя  $X1$ , установленную на соединителе ОС  $X1$ .

К коллектору транзистора  $VT2$  через конденсатор  $C3$  и регулятор линейности  $L2$  «ЛИНЕЙНОСТЬ» подсоединена отклоняющая система типа ОС90.29ПЦ17. Конденсатор  $C3$  предназначен для гальванической развязки отклоняющих катушек от источников питания, а обмотка трансформатора  $T2$  (выводы 9-12), индуктивность которой во много раз превышает индуктивность катушек ОС, исключает возможность замыкания на корпус импульсов строчной частоты через источник питания.

В первую половину прямого хода лучей магнитная энергия, накопленная в строчных отклоняющих катушках во

время *предыдущего* процесса отклонения, создает ток отклонения лучей *от левого края экрана до его середины*. При этом ток протекает по цепи: строчные отклоняющие катушки, контакты 9, 10 соединителя *X1*, катушка *L4* (РФ90-ЛЦ-2), корпус, демпферные диоды *VD3...VD5*, конденсатор *C3*, регулятор линейности строк *L2* (РЛС-4), контакты 14, 15 соединителя *X1* и строчные отклоняющие катушки. Транзистор *VT2* в это время *закрыт*, а конденсатор *C3* подзаряжается этим током и служит источником энергии для формирования второй половины прямого хода лучей кинескопа.

По мере приближения лучей к середине (центру) экрана ток (энергия отклонения) в строчных отклоняющих катушках уменьшается и становится равной нулю в момент, когда лучи достигают центра. В это время на базу транзистора *VT2* поступает положительный импульс и *открывает* его. Начинается формирование тока отклонения *второй половины прямого хода* (линейное возрастание тока в коллекторной цепи транзистора), перемещающего лучи *от середины экрана кинескопа до его правого края*. Теперь отклоняющий ток (формирующий вторую половину прямого хода) протекает по цепи: строчные отклоняющие катушки, контакты 14, 15 соединителя *X1*, регулятор линейности строк *L2*, конденсатор *C3*, коллекторный и эмиттерный переходы транзистора *VT2*, корпус, катушка *L4* и подключенные параллельно ей диод *VD5* и конденсатор *C6*, контакты 9, 10 соединителя *X1* и строчные отклоняющие катушки.

*По окончании второй половины прямого хода* (когда лучи достигают правого края экрана) транзистор *VT2* закрывается, так как в этот момент на его базе прекращает действие положительный импульс, поступивший от предварительного каскада.

Прекращение тока в транзисторе (следовательно, и в отклоняющих катушках) *вызывает колебательный процесс* в контуре, образованном параллельно соединенными отклоняющими катушками, обмоткой ТВС с выводами 9, 12 и кон-



денсаторами  $C4$ ,  $C5$ . Импульс напряжения на этом контуре вызывает быстрое изменение полярности отклоняющего тока, что приводит к быстрому перемещению лучей *от правого края экрана к левому*, т.е. к обратному ходу лучей и следующему циклу развертки. Во время обратного хода на коллекторе транзистора  $VT2$  формируется *положительный синусоидальный* импульс напряжения, достигающий  $1000$  В.

Конденсаторы  $C4$ ,  $C5$  определяют вместе с обмоткой ТВС (выводы 9, 12) и отклоняющими катушками длительность обратного хода строчной развертки. Для подавления колебаний, возникающих в рассмотренном контуре после окончания обратного хода, служит демпфер: составные диоды  $VD3...VD5$ .

## **2. Центровка изображения по горизонтали**

Центровка изображения по горизонтали осуществляется за счет выпрямления импульсов тока прямого и обратного хода строчной развертки. Элементы центровки  $R2$ ,  $VD1$ ,  $VD2$  через дроссель  $L1$  подключены к строчным отклоняющим катушкам. В среднем положении движка подстроечного резистора  $R2$  выпрямленные диодами  $VD1$ ,  $VD2$  токи равны и направлены навстречу друг другу. В этом случае суммарная постоянная составляющая тока в дросселе  $L1$  равна нулю и, следовательно, в отклоняющие катушки не поступает. При повороте движка резистора  $R2$  от среднего положения нарушается равенство положительной и отрицательной составляющих и через дроссель  $L1$  и строчные отклоняющие катушки на корпус протекает ток положительного или отрицательного знака. В результате растр смещается вправо или влево.

## **3. Коррекция подушкообразных искажений по горизонтали и стабилизация размера**

Для коррекции геометрических искажений растра по го-

ризонтали (устранения искажений вертикальных линий) и стабилизации размера раstra при изменении тока лучей кинескопа используется диодный модулятор и устройство управления им (субмодуль коррекции раstra СМКР).

Диодный модулятор 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 устройстве управления. В состав диодного модулятора входят составной демпфер (диоды  $VD3...VD5$ ), конденсаторы  $C6, C8$ , катушки индуктивности  $L3, L4$  и резистор  $R9$  (рис. П5.2). Катушка  $L4$  вместе с конденсатором  $C8$  образуют колебательный контур, добротность которого определяется сопротивлением резистора  $R9$ . Конденсатор  $C6$ , не оказывая существенного влияния на частоту колебаний (емкость  $C6 \gg$  емкости  $C8$ ), используется как управляемый источник напряжения, изменение которого позволяет осуществить необходимую коррекцию.

Диодный модулятор действует следующим образом. Во время обратного хода строчной развертки положительный импульс в коллекторной цепи транзистора  $VT2$  надежно закрывает диоды  $VD3...VD5$ . Под влиянием импульсов обратного хода, поступающих с вывода 11 трансформатора  $T2$  (ТВС) в контур  $C8L4$ , в нем возникают свободные колебания. При этом контурный ток, протекая через конденсатор  $C6$ , заряжает его. По окончании одного *полупериода* колебаний (полупериода импульсов обратного хода) демпфирующие диоды открываются (транзистор  $VT2$  еще закрыт), прекращая свободные колебания. 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  $C6$ . Поскольку конденсатор  $C6$  оказывается включенным последовательно в цепь отклоняющих катушек, напряжение

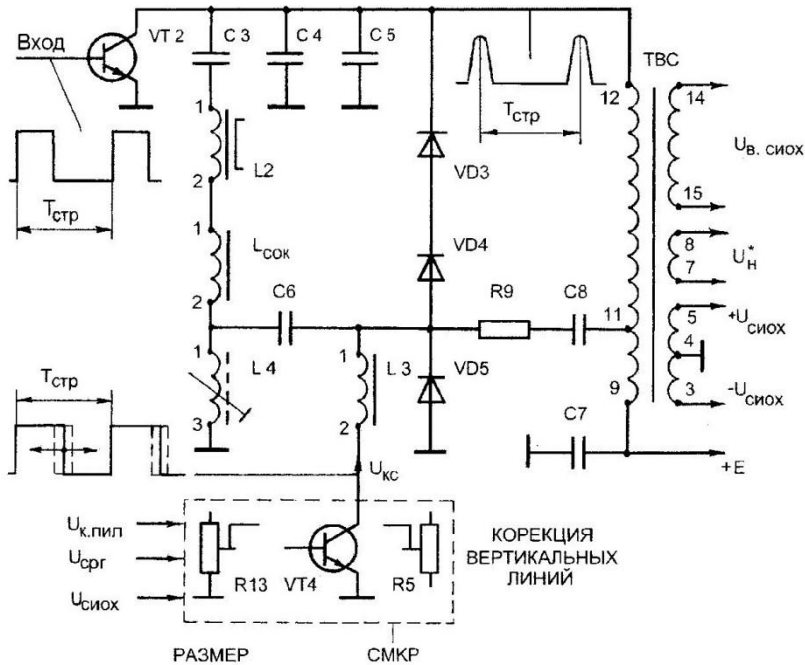


Рис. П5.2. Принципиальная схема выходного каскада строчной развертки с элементами коррекции геометрических искажений, регулировки и стабилизации размера раstra по горизонтали

на нем направлено навстречу ЭДС самоиндукции катушек, т.е. находится в противофазе напряжению на строчных отклоняющих катушках. Изменяя значение напряжения на конден-

саторе  $C_6$  путем шунтирования его на корпус, можно в определенных пределах регулировать *амплитуду отклоняющего тока*, а следовательно, и размер строк. Шунтирование создается замыканием обкладки конденсатора  $C_6$  (правая по схеме на рис. П5.2) через дроссель  $L_3$  на корпус в течение определенной части периода строчной развертки. Оно происходит с помощью устройства управления диодным модулятором, расположенным в submodule коррекции раstra.

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

Для дополнительной коррекции подушкообразных искажений используется резонансный контур, образованный конденсаторами  $C_3$ ,  $C_6$  совместно с катушкой  $L_4$  и строчными отклоняющими катушками. Элементы контура рассчитаны таким образом, чтобы амплитуда, частота и фаза возникающих в нем синусоидальных колебаний, накладываясь на пилообразный ток, придавали ему *S-образную* форму. При такой форме отклоняющего тока угловая скорость электронного луча убывает по мере отклонения от центра экрана.

#### **4. Вторичные источники питания**

Строчный трансформатор  $T_2$  (ТВС) используется для обеспечения импульсным напряжением выпрямителей питания кинескопа и различных устройств телевизора: модулей радиоканала, цветности. Для вторичных источников питания на ТВС имеются четыре обмотки.

Обмотка питания накала кинескопа (выводы 7, 8) подключена через резисторы  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  и контакты 3, 4 соединителя  $X_4$  к плате кинескопа. Резисторы  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  ограничивают ток накала кинескопа при включении телевизора. Для защиты от пробоя промежутка катод-подогреватель кинескопа на

подогреватель с контакта 1 соединителя  $X1$  через резистор  $R15$  подается постоянное положительное напряжение +130 В. В результате *уменьшается разность потенциалов между катодом и подогревателем кинескопа.*

Для создания напряжений питания второго анода, фокусирующего и ускоряющего электродов применен кремниевый *умножитель E1* типа УН9/27-1,3.

Импульсное напряжение размахом примерно 8,5 кВ с вывода 15 высоковольтной (повышающей) обмотки подается на вывод «~» умножителя  $E1$ . Последний выпрямляет это напряжение и утраивает его до значения 25 кВ для питания второго анода кинескопа. Это напряжение снимается с вывода «+» умножителя и через помехозащитный резистор  $R24$  и высоковольтный соединитель  $X6$  поступает на второй анод кинескопа.

Между выводом 15 повышающей обмотки ТВС и выводом «~» умножителя включены последовательно соединенные резистор  $R19$  и 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 умножителя от обмотки трансформатора.

Напряжение фокусировки (примерно 8 кВ) снимается с одного из диодов умножителя и через специальный вывод «+F» подается непосредственно на переменный резистор  $R1$  «ФОКУСИРОВКА» (расположенный на плате кинескопа), с движка которого через ограничительный резистор поступает на разрядник и фокусирующий электрод кинескопа.

Ускоряющие электроды кинескопа питаются от однополупериодного импульсного выпрямителя, образованного диодом (умножителя), анод которого через вывод «V» умножителя соединен с корпусом, и конденсатором  $C9$ . В результате выпрямления этим диодом отрицательной части импульсного напряжения на конденсаторе  $C9$  создается постоянное напря-

жение 800 В. Оно дополнительно сглаживается фильтром *R13C10* и стабилизируется варистором *R16* с дополнительным резистором *R17*, после чего поступает через контакт 1 соединителя *X4* на плату кинескопа для питания ускоряющих электродов.

Минусовая цепь умножителя (вывод « $\perp$ »), соединенная с корпусом через резистор *R23*, является источником напряжения для устройств ограничения тока лучей в модуле цветности, стабилизации размера изображения по горизонтали в submodule коррекции раstra СМКР и стабилизации размера по вертикали в модуле кадровой развертки.

Выпрямитель на элементах *VD7*, *C12* используется для устройства ограничения тока лучей. Напряжение положительной полярности, достигающее значения  $1,8 \pm 0,4$  В при токе лучей 0,9 мА, снимается с движка переменного резистора *R20* «ОГРАНИЧЕНИЕ ТОКА ЛУЧЕЙ». Полное же падение напряжения на этом резисторе, изменяющееся от 0,5 до 3 В при изменении тока лучей от 0,1 до 0,9 мА, поступает на устройство стабилизации размера по горизонтали в submodule коррекции раstra.

Для стабилизации размера по вертикали при изменении тока лучей используется выпрямитель импульсов отрицательной полярности, собранный на диоде *VD8*, конденсаторе *C13* и резисторе *R21*. Выпрямитель создает отрицательное напряжение в пределах минус (1...6) В, которое через контакт 7 соединителя *X3* поступает на модуль кадровой развертки.

Таким образом при изменении тока лучей (напряжения второго анода), т.е. яркости, стабилизируется размер изображения по горизонтали и вертикали, что и позволяет поддерживать постоянным установленный формат изображения.

Для предотвращения выхода из строя диодов *VD7*, *VD8* при разряде в кинескопе параллельно резистору *R23* включен разрядник *FV1*, а сами диоды подключены к выводу « $\perp$ » умножителя через ограничительный резистор *R22*.

С обмотки ТВС (выводы 9, 10) снимается импульсное напряжение размахом примерно 90 В для выпрямителя, питающего видеосуилители модуля цветности и устройство сенсорного выбора программ (СВП-4-5). Вывод 9 этой обмотки через резистор  $R10$  подключен к источнику +130 В, а вывод 10 – к выпрямителю на элементах  $VD6$ ,  $C11$ . Импульсное напряжение выпрямляется диодом  $VD6$  и, складываясь с постоянным напряжением +130 В, создает на контакте 5 соединителя  $X3$  суммарное напряжение +220 В. Дроссель  $L5$  и резистор  $R14$  уменьшают излучение помех при закрывании диода  $VD6$ . Диод  $VD9$ , включенный между шинами +130 В и +220 В, сглаживает броски тока при переходных процессах в момент включения телевизора, т.е. служит для защиты от перегрузок в пусковом режиме.

Обмотка вспомогательных напряжений с отводами 3, 4, 5 позволяет получить в ТВС-110ПЦ15 и ТВС-110ПЦ18 импульсные напряжения +60 и –60 В, которые используются для управления в модуле цветности устройствами опознавания, гашения обратного хода лучей, АПЧиФ в модуле радиоканала и других цепей.

## 5. Субмодуль коррекции раstra (СМКР)

Субмодуль формирует строчные импульсы с изменяющейся по *параболическому* закону длительностью (шириной), управляющие диодным модулятором (демпфером-модулятором). В состав субмодуля (см. рис. П5.1) входят:

- усилитель-формирователь параболического управляющего напряжения на транзисторе  $VT1$ ;
- широтно-импульсный модулятор (ШИМ) на транзисторах  $VT2$ ,  $VT3$ ;
- выходной каскад (ключ) на транзисторе  $VT4$ .

Усилитель-формирователь параболического напряжения ( $VT1$ ) представляет собой интегрирующий усилитель, на вход которого через контакт 6 соединителя  $X7$  и резистор  $R2$  с мо-

для кадровой развертки МК-1-1 подается пилообразный сигнал кадровой (точнее, полевой) частоты, пропорциональный току вертикального отклонения. Этот сигнал снимается с резисторов  $R27$  и  $R28$ , включенных последовательно в цепь кадровых отклоняющих катушек. В коллекторной цепи транзистора  $VT1$  с помощью конденсатора отрицательной обратной связи  $C1$  происходит интегрирование пилообразного сигнала, т.е. преобразование его в сигнал параболической формы. Далее параболический сигнал с плавно регулируемым размахом снимается с подстроечного резистора  $R5$  («КОРРЕКЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЛИНИЙ») и подается через резистор  $R6$  на базу транзистора  $VT2$ .

Широтно-импульсный модулятор реализован на транзисторах  $VT2$  и  $VT3$  по схеме дифференциального усилителя. С помощью ШИМ в submodule формируется последовательность прямоугольных импульсов строчной частоты, длительность которых изменяется пропорционально мгновенному значению параболического напряжения кадровой частоты.

Смещение на базе транзистора  $VT2$  обеспечивается делителем напряжения, образованным резисторами  $R7$  и  $R8$ . Чтобы регулировки коррекции подушкообразных искажений по горизонтали (размаха параболического напряжения) резистором  $R5$  и размера раstra по горизонтали (отклоняющего тока в строчных катушках) резистором  $R13$  не были взаимозависимы, изменение размаха сигнала, снимаемого с резистора  $R5$ , не должно изменять режим транзистора  $VT2$  по постоянному току. Для этого правый (по схеме рис. П5.1) вывод резистора  $R5$  подсоединен к делителю напряжения  $R7R8$  так, что потенциалы на его крайних выводах оказываются примерно одинаковыми.

Одновременно с параболическим сигналом на базу транзистора  $VT2$  через конденсатор  $C5$  поступают пилообразные импульсы строчной частоты, сформированные из строчных импульсов обратного хода (СИОХ) с помощью интегрирующей



цепи  $R18C6$ , подключенной через контакт 5 соединителя  $X7$  к выводу 5 строчного трансформатора  $T2$ .

Размах пилообразных импульсов составляет несколько вольт, поэтому транзистор  $VT2$  открывается ими до насыщения и работает таким образом в режиме ограничения. Порог открывания транзистора определяется соотношением размаха пилообразного напряжения строчной частоты и мгновенным значением параболического напряжения кадровой частоты. В течение времени, пока напряжение на базе превышает уровень закрывания транзистора  $VT2$ , напряжения на резисторе  $R9$  и эмиттере транзистора становятся практически одинаковыми. При этом на резисторе  $R9$  формируются прямоугольные импульсы строчной частоты положительной полярности. Длительность этих импульсов изменяется относительно некоторого среднего значения, наименьшего в начале периода параболического напряжения, затем постепенно возрастающего до максимального в середине периода и вновь плавно уменьшающегося до минимального в конце периода.

С резистора  $R9$  строчные импульсы переменной длительности поступают на базу транзистора  $VT4$  выходного ключевого каскада и открывают его на время своей длительности. При этом через открытый транзистор  $VT4$  разряжается конденсатор  $C6$  выходного каскада строчной развертки (входящий в состав диодного модулятора), изменяя тем самым размах отклоняющего тока в строчных катушках. Таким образом, импульсы, длительность которых изменяется по параболическому закону, управляя диодным модулятором, воздействуют на выходной транзистор строчной развертки, изменяя по тому же закону размах отклоняющего тока в течение каждого периода кадровой развертки, благодаря чему и осуществляется коррекция геометрических (подушкообразных) искажений по горизонтали.

Для повышения устойчивости работы дифференциального усилителя и улучшения линейности изображения введена цепь отрицательной обратной связи. С коллектора транзистора  $VT4$

модулированные по ширине импульсы напряжения поступают через резистор  $R16$  на интегрирующую цепь  $R17C9$ , и восстановленное таким образом параболическое напряжение подается в противофазе на второй вход дифференциального усилителя – базу транзистора  $VT3$ .

На тот же (второй) вход дифференциального усилителя с делителя, образованного подстроечным резистором  $R13$  («РАЗ-МЕР») и резисторами  $R12$ ,  $R14$  и  $R17$ , поступает постоянное напряжение. Исходный (начальный) режим работы усилителя (размер изображения по горизонтали) устанавливается подстроечным резистором  $R13$ . Изменяя этим резистором начальный потенциал (смещение) на базе транзистора  $VT3$ , можно регулировать напряжение на эмиттерах транзисторов  $VT2$  и  $VT3$ , следовательно, и начальную длительность выходных импульсов, управляющих диодным модулятором, т.е. устанавливать номинальный размер раstra (изображения) по горизонтали.

В submodule осуществляется и стабилизация горизонтального размера изображения при изменении питающего напряжения и тока лучей кинескопа. Для этого на базу транзистора  $VT2$  через резистор  $R15$  и контакт 4 соединителя  $X7$  дополнительно подается постоянное напряжение с выпрямителя на элементах  $VD7$ ,  $C12$ ,  $R20$ . Увеличение тока лучей кинескопа приводит к возрастанию пульсаций напряжения на выводе « $\perp$ » умножителя  $E1$  и соответственно переменной составляющей на резисторе  $R23$ . Эта переменная составляющая преобразуется выпрямителем в постоянное положительное напряжение, которое изменяет потенциал базы  $VT2$  и тем самым влияет на длительность импульсов на входе диодного модулятора.

Submodule получает питание от источника +28 В через контакт 3 соединителя  $X7$  и фильтр  $R17C7$ . Элементы  $L1$  и  $R20$  в коллекторной цепи транзистора  $VT4$  предназначены для уменьшения излучения помех, а диод  $VD1$  – для ограничения и стабилизации напряжения на коллекторе транзистора  $VT4$ .

### КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО УСТРОЙСТВАМ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ РАЗВЕРТКИ

**Время обратного хода** – время, затрачиваемое развертывающимися элементами (электронными пучками) в преобразователях свет-сигнал и сигнал-свет (передающих и приемных телевизионных трубках) на перемещение с конца предыдущей строки в начало следующей и (при чересстрочной развертке) с середины последней строки первого (нечетного) поля в середину первой строки второго (четного) поля, а также с конца последней строки второго (четного) поля в начало строки следующего первого поля.

Так как во время обратного хода полезная информация (об изображении) не передается, то оно должно быть минимальным. На практике время строчного обратного хода составляет 11...12 % периода строки, а полевого – 5...7 % периода поля.

**Гасящие импульсы** – импульсы напряжения прямоугольной формы, обеспечивающие гашение (запирание) преобразователей свет-сигнал и сигнал-свет во время обратного хода кадровой и строчной разверток.

При использовании в качестве преобразователей электронно-лучевых трубок на передающей стороне эта операция необходима для того, чтобы электронный луч не считывал заряды и не оставлял следов на фотомишени.

На экране телевизора или монитора след обратного хода луча должен быть невидимым. Это позволяет исключить паразитную засветку экрана и, соответственно, снижение контраста изображения, а также появление светлых наклонных линий.

Импульсы гашения являются одной из составляющих

полного видеосигнала и передаются вместе с ним. Они служат пьедесталом, на который помещают синхроимпульсы разверток и сигналы цветовой синхронизации. Уровень гашения практически соответствует уровню черного, что позволяет использовать его в качестве фиксирующего. Длительность гасящих импульсов должна быть больше длительности синхронизирующих во избежание «заворота» изображения.

**Гашение обратного хода** – *Blanking Retrace Period* – запираание преобразователей свет-сигнал и сигнал-свет во время обратных ходов развертывающих элементов с целью устранения искажений, проявляющихся в снижении контраста изображения (при отсутствии строчного гашения) и появлении ярких наклонных линий, зачеркивающих изображение (при отсутствии полевого гашения). Кроме этого, интервалы полевого гашения используют для коммутации видеосигналов, что позволяет получить визуально незаметный переход от одного источника видеосигнала к другому (см. также *Гасящие импульсы*).

**Генератор кадровой развёртки** – устройство, обеспечивающее отклонение развертывающего элемента по вертикали (кадру). Таким элементом в случае использования, например, кинескопа является электронный пучок. Отклонение последнего производится магнитным полем, создаваемым пилообразным током, протекающим через кадровые отклоняющие катушки. Современные генераторы кадровой развёртки строятся по бестрансформаторной схеме.

**Генератор строчной развёртки** – устройство, служащее для отклонения развертывающего элемента (например, электронного пучка) по горизонтали (строке). При использовании кинескопа отклонение пучка осуществляется магнитным полем, создаваемым пилообразным током, протекающим через строчные отклоняющие катушки (СОК).

Выходные каскады генераторов строятся по схеме двухстороннего ключа (на мощных транзисторе и диоде) с использованием, чаще всего, строчного диодно-каскадного трансформатора (ТДКС), в котором одна из вторичных обмоток поделена на (обычно три) секции, последовательно соединенных друг с другом через выпрямительные диоды, и выполняет функцию диодно-каскадного импульсного выпрямителя, вырабатывающего высокое (15...30 кВ) напряжение для питания второго анода кинескопа.

Кроме того, генератор строчной развертки вырабатывает и такие постоянные напряжения: фокусирующее (2...6,5 кВ), ускоряющее (200...900 В), для питания отдельных узлов телевизора (например, выходных усилителей декодера, ограничителя токов лучей). Генератор формирует и импульсное напряжение для устройства автоматической подстройки частоты и фазы.

**Генератор телевизионной развёртки** – генератор электрических колебаний (тока) пилообразной формы, обеспечивающий перемещение электронного луча на экране электронно-лучевой трубке по линейному закону.

**Геометрические искажения** – несоответствие координат воспроизводимого и передаваемого изображений. Проявляются в виде нарушения геометрического подобия между воспроизводимым телевизионным изображением и его оптическим оригиналом, например между их контурами.

Возникают из-за неодинаковых форм растров и относительных скоростей кадровой и (или) строчной разверток при анализе и синтезе изображений в фотоэлектрических преобразователях свет-сигнал и сигнал-свет. Однако, основная доля таких искажений приходится на неравномерность скорости развертки на приемной стороне. Оценивают коэффициентом геометрических (нелинейных) искажений.

Нелинейность развертки до 5 % (как по вертикали, так и по горизонтали) практически незаметна.

**Искажения раstra** – искажения телевизионного раstra, проявляющиеся в сужении или расширении отдельных его фрагментов (при *нелинейных* искажениях) или искривлении вертикальных или горизонтальных линий и нарушении его прямоугольности (при *геометрических* искажениях). Одновременное (совместное) воздействие нелинейных и геометрических искажений может приводить к заметным относительным смещениям на экране воспроизводящего устройства отдельных элементов телевизионного изображения, т.е. нарушению координат передаваемых элементов.

**Кадр** – телевизионное изображение, формируемое за один полный цикл кадровой развертки (включая нечетные и четные поля при чересстрочном разложении).

**Кадровая катушка** – отклоняющая катушка, предназначенная для отклонения электронного пучка кинескопа в вертикальном направлении (по кадру).

**Кадровая развёртка** – развертка, при которой развертывающий элемент (электронный пучок) или строка в фотоэлектрических преобразователях свет-сигнал или сигнал-свет совершают периодические линейные перемещения в вертикальном направлении, т.е. по кадру (отсюда другое ее название – *вертикальная* развертка). Скорость движения в этом направлении должна быть намного меньше скорости движения по горизонтали (строке) с тем, чтобы наклон строк был практически незаметным. Соответственно, частота кадров (полей при чересстрочном разложении) должна быть во много раз меньше частоты строк ( $f_{cmp}$ ). В соответствии с отечественным стандартом частота полей  $f_{пол} = 50$  Гц,  $f_{cmp} = 15625$  Гц.

**Кадровый гасящий импульс** – импульс, обеспечивающий гашение электронного пучка в кинескопе во время обратного хода кадровой развертки (термин точный при использовании прогрессивной развертки).

**Координатные искажения изображения** – искажения, проявляющиеся в виде отклонений координат точек синтезируемого (воспроизводимого) телевизионного изображения от координат точек анализируемого (передаваемого) изображения. Вызываются совместным воздействием *геометрических* и *нелинейных (масштабных)* искажений растров фотоэлектрических преобразователей свет-сигнал и сигнал-свет.

**Линейная развёртка** – развертка, при которой развертывающий элемент в фотоэлектрическом преобразователе перемещаются по прямой линии с постоянной скоростью.

**Линейность развёртки** – постоянство скорости движения развертывающего элемента, например, электронного луча по экрану кинескопа. Отклонение от линейного закона движения приводит к неравномерной яркости фона и искажению масштаба изображения.

См. также *Нелинейные (масштабные) искажения раstra*.

**Магнитная отклоняющая система** – совокупность двух пар отклоняющих катушек, создающих магнитное отклоняющее поле в результате прохождения через них отклоняющих токов.

См. также *Отклоняющая система*.

**Нелинейные (масштабные) искажения раstra** – искажения телевизионного раstra в виде расширения или сужения отдельных его участков вследствие неравномерности скорости

движения электронного луча по горизонтали (вдоль строки) или по вертикали (вдоль кадра).

Оцениваются коэффициентами геометрических (нелинейных) искажений изображения в горизонтальном ( $K_{ГИГ}$ ) и вертикальном ( $K_{ГИБ}$ ) направлениях по выражениям:

$$K_{ГИГ} = 2 \cdot \frac{b_{\max} - b_{\min}}{b_{\max} + b_{\min}} \cdot 100 \%, \quad K_{ГИБ} = 2 \cdot \frac{h_{\max} - h_{\min}}{h_{\max} + h_{\min}} \cdot 100 \%,$$

где  $b_{\max}$ ,  $b_{\min}$  ( $h_{\max}$ ,  $h_{\min}$ ) – максимальное и минимальное значение ширины (высоты) воспроизводимых на экране кинескопа элементов телевизионной испытательной таблицы в виде шахматного или сетчатого поля.

Нелинейность развертки до 5 % в любом направлении практически незаметна.

**Отклоняющая катушка** – катушка, создающая под действием протекающего в ней пилообразного тока изменяющееся соответствующим образом магнитное поле, отклоняющее электронный пучок в электронно-лучевой трубке.

**Отклоняющая система** – устройство, создающее магнитное или электрическое поле для отклонения луча в телевизионных передающих и приемных электронно-лучевых трубках и обеспечивающее таким образом развертку изображения. В телевизионной технике используют, как правило, магнитное отклонение луча. Электростатическое отклонение применялось лишь в некоторых типах передающих трубок.

Отклоняющая система состоит из двух пар конструктивно объединенных отклоняющих катушек, надеваемых на передающую телевизионную трубку или горловину кинескопа. При прохождении через катушки переменных отклоняющих токов в пространстве между ними (трубки) создаются изменяющиеся магнитные поля, перпендикулярные друг другу и оси трубки



(кинескопа). Отклонение происходит в результате действия на движущиеся (вдоль оси трубки) электроны силы Лоренца, пропорциональной отклоняющему полю и, следовательно, току.

Через одну пару катушек протекает пилообразный ток, формируемый генератором строчной развертки изображения, а через другую – кадровой развертки. Магнитное поле, создаваемое первой парой катушек, отклоняет луч по строке (горизонтали), а второй – одновременно по кадру (вертикали). В результате, например, на экране кинескопа последовательно высвечиваются строки, образуя прямоугольный кадр, называемый при отсутствии модулирующего видеосигнала *растром*.

В состав отклоняющей системы вводят также постоянные магниты с целью коррекции формы раstra.

**Пери́од ка́дровой развёртки** – интервал времени между двумя последовательными моментами, в которые развертывающий элемент (например электронный луч) оказывается в одной и той же точке раstra.

**Пери́од полевой развёртки** – время передачи нечетного или четного полукадра (поля) телевизионного кадра при чересстрочной развертке.

**Пери́од строчной развёртки** – суммарное время прямого (активного) и обратного (пассивного) ходов строчной развертки.

**Плётность развёртки изображения** – число развертываемых строк, приходящихся на 1 мм изображения.

**По́ле телевизио́нного ка́дра (изображе́ния)** – одна из двух частей полного телевизионного кадра, содержащая при чересстрочной развертке либо нечетные, либо четные строки. Поле называют также *полукадром*.

**Построчная развёртка** – телевизионная развертка, при которой анализ и синтез изображения реализуются последовательно: элемент за элементом, строка за строкой, кадр за кадром. Строки раstra возникают одна под другой в последовательности 1, 2, 3, и т.д. вплоть до конца кадра. Отсюда другое ее название – *прогрессивная*.

В аналоговых вещательных телевизионных системах размещение изображения на передающей стороне осуществляется только по методу чересстрочной развертки (с целью сокращения полосы частот, занимаемой видеосигналом). Однако из-за некоторых недостатков последней на приемной стороне (в телевизорах с цифровой обработкой сигналов) все чаще вводят операцию преобразования ее в прогрессивную, позволяющую получить более высокое качество телевизионного изображения.

Подтверждено, что 625-строчное изображение, сформированное построчной разверткой, эквивалентно по качеству примерно 900-строчному изображению, полученному чересстрочной разверткой.

Построчная развертка применяется также в оптической записи видеосигналов на диски, компьютерных дисплеях (мониторах), некоторых видеопроекторах и установках прикладного телевидения.

На дисках *DVD* видеосигнал записан по методу прогрессивной развертки. Поэтому для воспроизведения изображения на обычном телевизоре в плеерах *DVD* такая развертка преобразуется в чересстрочную. Некоторые плееры имеют выход видеосигнала, соответствующего построчной развертке.

**Развёртка** – последовательное однозначное преобразование одной изменяющейся (например, в пространстве) физической величины (в частности, яркости) в другую переменную (например, во времени) величину (в частности, напряжение) развертывающим элементом, перемещающимся по поверхности или в пространстве по определенному закону.

В зависимости от типа развертывающего элемента (электронный пучок, световой или лазерный луч) различают *электронную* и *оптическую* развертки.

Если траектория движения развертывающего элемента образует прямую линию, то развертку называют *линейной*, если растр – то *растровой*. Именно такие развертки используются в вещательных системах телевидения.

См. также *Сканирование и Телевизионная развертка*

**Развёртывающее устройство** – устройство в передающей телевизионной камере, телевизоре или мониторе, формирующие сигналы управления движением развертывающего элемента (в частности, электронным лучом в кинескопе).

**Развёртывающий элемент** – сфокусированный в плоскости мишени телевизионной передающей трубки или экрана кинескопа электронный пучок, тонкий световой или лазерный луч, а также отверстие (диафрагма), с помощью которых производится выделение участка изображения для анализа оптического или синтеза телевизионного изображения.

**Растр** – рисунок (след), создаваемый отклоняемым по определенному (обычно близким к линейному) закону электронным лучом на поверхности мишени или люминофорного экрана передающих и приемных телевизионных трубок в процессе развертки.

**Сигна́л гаше́ния** – сигнал в виде смеси гасящих импульсов строк и полей, предназначенных для гашения (запирания) развертывающего элемента (электронного луча) на время обратных ходов телевизионных разверток.

См. также *Гасящие импульсы*.

**Скани́рование** – периодическое перемещение (качание) по определенному закону какого-либо развертывающего эле-

мента (например электронного или лазерного луча) по поверхности объекта (например по мишени телевизионной передающей трубки или экрану лазерного кинескопа).

**Слипа́ние строк** – нарушение чересстрочности развертки, при котором нечетные строки первого поля сближаются с четными строками второго поля. В случае полного их слипания (спаривания) чересстрочная развертка преобразуется в прогрессивную развертку с вдвое меньшим числом строк. При этом во столько же раз уменьшается вертикальная четкость телевизионного изображения.

**Строка́ развёртки** – горизонтальная траектория движения развертывающего элемента (электронного или лазерного луча) от одного края раstra до другого.

**Строчная кату́шка** – отклоняющая катушка, предназначенная для отклонения электронного пучка кинескопа в горизонтальном направлении (по строкам).

**Строчная развёртка** – телевизионная развертка, при которой развертывающий элемент в фотоэлектрическом преобразователе линейно перемещается в горизонтальном направлении слева направо (по строке).

**Строчный гасящий импульс** – импульс, предназначенный для гашения электронного пучка во время обратного хода строчной развертки.

**Телевизионная развёртка** – процесс поэлементного преобразования изменений яркости оптического изображения в переменный во времени электрический сигнал – *видеосигнал* или обратного преобразования видеосигнала в изменения яркости телевизионного изображения развертывающим элементом. Первый процесс, т.е. *разложение (анализ)* изображения

происходит на передающей стороне телевизионной системы, а второй – *воссоздание (синтез)* изображения – на приемной стороне.

С целью правильного восстановления координат порядок чередования элементов при передаче и приеме должен быть одинаковым, т.е. процессы анализа и синтеза изображений должны быть *синхронными* (протекать с одной и той же скоростью) и *синфазными* (начинаться в одно и то же время). Это одно из фундаментальных требований теории телевидения.

В электровакуумных фотоэлектрических преобразователях свет-сигнал и сигнал-свет изображение развертывается электронным пучком, линейно отклоняющимся под действием электромагнитного поля, создаваемым отклоняющей системой. Последняя питается пилообразным током, вырабатываемым синхронизируемым генератором развертки. В твердотельных фотоэлектрических преобразователях (на приборах с зарядовой связью) развертка изображения производится непосредственно электрическим сигналом, формируемым также синхронизируемым генератором развертки.

Анализ и синтез изображения производятся в горизонтальном направлении слева направо (по строкам) и одновременно в вертикальном направлении сверху вниз (по кадру или полю). Полная последовательность элементов разложения (или синтеза), расположенных на одной горизонтали, образует *строку*, а совокупность строк разложения (или синтеза) всего изображения – *кадр* или *поле*.

Число передаваемых за один цикл (кадр или поле) элементов определяет четкость телевизионного изображения. Увеличение числа элементов приводит к увеличению скорости передачи информации и, соответственно, расширению полосы частот, занимаемой видеосигналом. Восприятие слитности движения требует передачи всех элементов кадра или поля за время, ограничиваемое инерционностью зрения.

В вещательных системах телевидения используется *череда* развертка с кратностью разложения 2:1, а син-

хронность и синфазность процессов анализа и синтеза изображений обеспечивается строчной и кадровой (полевой) синхронизациями.

**Телевизио́нная строка́** – горизонтальная линия (траектория), создаваемая электронным лучом на мишени передающей телевизионной трубки или на экране кинескопа в процессе телевизионной развертки анализируемого или синтезируемого изображения.

**Телевизио́нный растр** – рисунок, образуемый в результате перемещения развертывающего элемента в процессе телевизионной развертки за время одного кадра (или поля). В вещательном телевидении принят горизонтально-строчный растр.

**Центро́вка кадро́в** – смещение растра в *передающей* или *приемной телевизионной трубке* вниз или вверх с целью правильной (симметричной) его установки соответственно на фотокатоде передающей или на экране приемной трубки.

Такая операция обеспечивается изменением направления и амплитуды постоянной составляющей пилообразного тока кадровой развертки или перемещением постоянного магнита на горловине трубки.

**Центро́вка строк** – смещение растра в *передающей* или *приемной телевизионной трубке* влево или вправо с целью правильной его установки на фотокатоде передающей или на экране приемной телевизионной трубки.

Центровка строк достигается тем же способом, как и *центровка кадров*. В современных черно-белых кинескопах обеспечивается одновременная центровка кадров и строк с помощью постоянных магнитов специальной конструкции.

**Частота́ кадров** – число телевизионных кадров, передаваемых (также воспроизводимых) в одну секунду. В соответствии с принятыми в аналоговых телевизионных системах стандартами разложения частота кадров составляет 25 или 30 Гц.

В связи с использованием в телевизионном вещании чересстрочного разложения каждый кадр передается в два этапа – двумя полукадрами (полями), каждый из которых содержит либо нечетные, либо четные строки. Поэтому считают, что частота кадровой развертки соответствует частоте полей, равной 50 или 60 Гц.

Общий выбор частоты кадров определяется инерционностью зрения, а конкретное значение – частотой питающей электросети.

**Частота́ полей** – число нечетных и четных полей, передаваемых в одну секунду при чересстрочной развертке. Частота полей в два раза выше частоты кадров и в соответствии с принятыми в аналоговых телевизионных системах стандартами разложения равна 50 или 60 Гц.

**Частота́ строк** – число передаваемых в одну секунду строк телевизионного изображения, включая и те, которые приходятся на обратный ход кадровой развертки.

Частоты строк, полей и кадров при чересстрочной развертке взаимосвязаны выражением:

$$f_{стр} = Z \cdot (f_{пол} / 2) = Z \cdot f_{кадр},$$

где  $Z$  – полное (номинальное) число строк в кадре. По отечественному стандарту  $f_{стр} = 625 \cdot 25 = 15625$  Гц.

**Чересстрóчная развёртка** – *Interlaced Scanning* – телевизионная развертка, при которой полный кадр изображения передается и воспроизводится в два приема – за два *полукадра*,

называемых в соответствии с отечественным стандартом *полями*. Причем в первом (нечетном) поле развертываются все нечетные, а втором (четном) – все четные строки растра. Общее число строк в кадре должно быть нечетным для того, чтобы обеспечить *перемежение строк*, т.е. размещение четных строк второго поля точно в промежутках между нечетными строками первого поля.

При четном числе строк оба поля развертывались бы совершенно одинаково, что привело бы к полному *слипанию (спариванию) строк*, т.е. к прогрессивной развертке с удвоенной частотой кадров и половинным числом строк в кадре, следовательно, к двукратному снижению вертикальной четкости.

Согласно российскому стандарту число строк в кадре принято равным 625, частоты кадров и полей – 25 и 50 Гц соответственно.

**Чувствительность отклонения** – отношение смещения электронного пятна на экране кинескопа к вызвавшему его изменению отклоняющего тока.

**Шаг развёртки** – расстояние между осями двух соседних (смежных) строк телевизионного растра. При воспроизведении растра одного кадра шаг развертки:

$$\Delta h = h / Z_{акт} ,$$

где  $h$  – высота кадра;

$Z_{акт}$  – число активных строк в кадре.

**Ширина линии развёртки** – ширина (высота) следа, создаваемого яркостным пятном (электронным лучом) во время его перемещения по экрану приемной электронно-лучевой трубки при заданном уровне интенсивности свечения люминофора.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джакония В.Е. Телевидение: Учебник для вузов / В.Е.Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин и др.; под ред. В.Е. Джаконии. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 616 с.
2. Приемники телевизионные «Рекорд ВЦ-381» (ЗУСЦТ-51-15) , «Рекорд ВЦ-381Д» (ЗУСЦТ-51-16). Инструкция по ремонту. – Воронеж. – 304 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА КАДРОВОЙ РАЗВЕРТКИ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИЗОРА.....	1
1. Общие указания.....	1
2. Домашнее задание и указания по его выполнению.....	2
3. Контрольные вопросы к домашнему заданию.....	4
4. Лабораторное задание и указания по его выполнению.....	5
5. Контрольные вопросы к лабораторному заданию.....	7
6. Содержание отчета.....	9
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИЗОРА.....	9
1. Общие указания.....	9
2. Домашнее задание и указания по его выполнению.....	10
3. Контрольные вопросы к домашнему заданию.....	13
4. Лабораторное задание и указания по его выполнению.....	14
5. Контрольные вопросы к лабораторному заданию.....	17
6. Содержание отчета.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Структурная схема блока (генератора) кадро- вой развертки.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Описание принципа действия блока кадровой развертки по принципиальной схеме.....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Возможные формы сигналов в контрольных точках.....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Структурная схема блока (генератора) строч- ной развертки.....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Описание принципа действия блока строчной развертки по принципиальной схеме.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Краткий словарь терминов по устройствам те- левизионной развертки.....	49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	63

# ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ РАЗВЕРТКИ

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплинам  
«Основы телевидения»,  
«Основы телевидения и видеотехники»  
и «Телевизионная техника»  
для студентов  
направлений 11.03.01, 11.04.01 «Радиотехника»  
и специальности  
11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»  
всех форм обучения

Составитель Зеленин Иван Алексеевич

В авторской редакции

Компьютерный набор В.И. Демьяновой

Подписано к изданию 01.12.2015.

Уч.-изд. л. 3,9. «С».

ФГБОУ ВО

«Воронежский государственный технический университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14