

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра электронной техники и технологии

**Н.С. Собчук, В.Л. Ланин, Г.М. Пипко**

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

по дисциплинам

«Настройка и регулировка РЭС»,  
«Технология РЭУ и автоматизация производства»

для студентов специальности  
“Проектирование и производство РЭС”  
всех форм обучения

Минск 2003

УДК 621.396.6.002 (075.8)

ББК 32.844 я 73

С 22

**Собчук Н.С.**

С 22

Лабораторные работы по дисциплинам «Настройка и регулировка РЭС», «Технология РЭУ и автоматизация производства» для студ. спец. «Проектирование и производство РЭС» всех форм обучения / Н.С. Собчук, В.Л. Ланин, Г.М. Пипко. – Мн.: БГУИР, 2003. – 58 с.: ил. ISBN 985-444-563-1

Лабораторные работы включают теоретические сведения и практическое выполнение процессов комплексной регулировки радиоприемников, регулировки блоков питания, submodule радиоканала, настройки и проверки узлов цветных кинескопов.

Предназначены для закрепления и углубления теоретических знаний, приобретения практических навыков работы с технологическим оборудованием и специализированной оснасткой.

УДК 621.396.6.002 (075.8)

ББК 32.844 я 73

ISBN 985-444-563-1

© Собчук Н.С., Ланин В.Л., Пипко Г.М., 2003

© БГУИР, 2003

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС КОМПЛЕКСНОЙ РЕГУЛИРОВКИ ТРАНЗИСТОРНОГО РАДИОПРИЕМНИКА**

### **Цель работы**

Изучение технологии регулировки и получение практических навыков по комплексной регулировке транзисторных радиоприемников.

### **Теоретические сведения**

Различают технологическую и эксплуатационную регулировку. В первом случае наилучших показателей добиваются всеми имеющимися регулировочными органами при их среднем положении; во втором случае – только с помощью регулировочных органов, которые выносятся на переднюю или заднюю панель.

При регулировке сложной аппаратуры весь процесс разбивают на ряд этапов. Сначала регулируют сборочные единицы, блоки, приборы, а затем осуществляют комплексную регулировку. Регулировка сборочных единиц характерна для самостоятельных функциональных каскадов, к которым относятся: усилитель высокой частоты (УВЧ), усилитель промежуточной частоты (УПЧ), усилитель низкой частоты (УНЧ), видеоусилитель, блокинг-генератор и др. Блочная регулировка характерна для сложной аппаратуры, состоящей из отдельных функциональных блоков, каждый из которых имеет строго определенное назначение, как, например, блоки питания, разверток, передающий и т.п. При такой регулировке добиваются приведения выходных параметров к заданным значениям по ТУ. Комплексная регулировка предусматривает проверку работоспособности комплекса в целом, обеспечивая при этом такую точность параметров, которая гарантировала бы ее работоспособность в условиях эксплуатации.

## Основные параметры радиоприемника

**1. Чувствительность** радиоприемника – способность принимать слабые радиосигналы. Количественно чувствительность определяется наименьшей величиной входного сигнала, обеспечивающей при некоторых условиях заданную выходную мощность. Различают максимальную (предельную) и реальную чувствительность.

Предельную чувствительность определяют при стандартной выходной мощности и отношении сигнал/шум на выходе приемника не менее 3 дБ, а реальную – при отношении сигнал/шум на выходе не менее заданного. Это отношение для амплитудно модулированного (АМ) сигнала должно быть не менее 20 дБ (для ЧМ сигнала не менее 26 дБ). Различают реальную чувствительность по напряжению (для внешней антенны) и по полю (с внутренней магнитной антенной).

Стандартная (испытательская) мощность – это выходная мощность, рекомендуемая для измерения ряда электрических параметров. При номинальной мощности радиоприемника свыше 150 мВт стандартная мощность равна 50 мВт. Напряжение, соответствующее заданной мощности (P) – это напряжение (U), подводимое к нагрузке, равной номинальному сопротивлению громкоговорителя ( $R_n$ ):

$$U = \sqrt{PR_n} . \quad (1.1)$$

**2. Избирательность** РП (селективность) – способность РП ослаблять мешающее действие помех приему на различных каналах приема. Различают избирательность по соседнему и по побочным каналам приема (ПЧ, зеркальному).

**3. Избирательность по соседнему каналу** оценивается в зависимости от диапазона волн. Для АМ сигнала оценивается ослабление сигнала при расстройке 5-10 кГц (рис 1.1,а). Количественно ослабление сигнала при расстройке  $\Delta f = f - f_0$  может быть определено как

$$S = 20 \lg \frac{U_{\text{ex}\Delta f}}{U_{\text{ex}f_0}} . \quad (1.2)$$

Для различных групп сложности РП величина  $S$  составляет 26-80 дБ для АМ и 40-100 дБ для ЧМ.

**4. Избирательность по зеркальному каналу** оценивается ослаблением сигнала при расстройке на  $\pm 2f_{\text{пр}} = 930$  кГц (рис 1.1,б). Количественно определяется по методике, описанной выше.

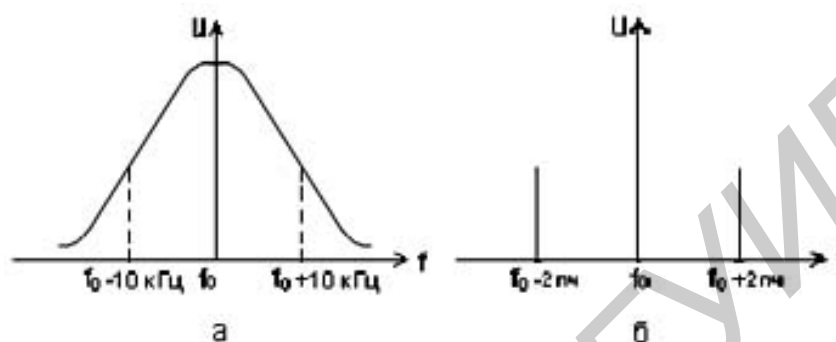


Рис. 1.1. Избирательность по соседнему (а) и зеркальному (б) каналам

**5. Автоматическое регулирование усиления (АРУ)** предназначено для изменения коэффициента усиления тракта РП до детектора с целью стабилизации выходного уровня  $U_{\text{вых}}$ . Эффективность действия системы АРУ оценивается по величине относительного изменения напряжения сигнала на выходе  $\alpha$  РП при заданном изменении напряжения сигнала на входе РП  $\gamma$ . Чем меньше  $\alpha$  и больше  $\gamma$ , тем эффективнее АРУ.

**6. Характеристика верности воспроизведения РП** – частотная характеристика сквозного тракта приема, т.е. зависимость выходного напряжения НЧ ( $U_{\text{вых}}$ ) от частоты  $F$  модуляции входного сигнала (рис 1.2).

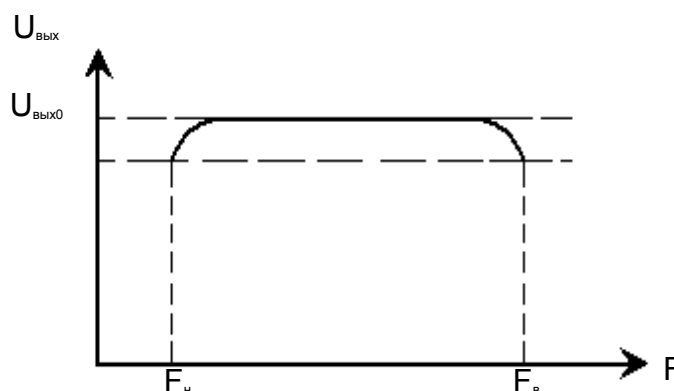


Рис. 1.2. Зависимость выходного напряжения от частоты модуляции входного сигнала

Неравномерность может быть задана как по напряжению (обычно 3дБ), так и по звуковому давлению, т.е. с учетом искажений в акустической системе РП (обычно 14 дБ). Диапазон воспроизводимых сквозным трактом частот РП нулевой и первой групп сложности в диапазоне ДВ составляет 125-5600 Гц.

### **Техническая характеристика транзисторного радиоприемника**

Радиоприемник предназначен для приема радиовещательных станций в диапазоне длинных волн на магнитную антенну:

1. Диапазон принимаемых частот, кГц.....	148,5-1606,5
2. Максимальная чувствительность, мкВ/м .....	500
3. Реальная чувствительность:	
ДВ, мВ/м .....	18
СВ, мВ/м .....	0,7
4. Избирательность по соседнему каналу, дБ, не менее .....	40
5. Ослабление сигнала зеркального канала, дБ, не менее .....	26
6. Промежуточная частота, кГц .....	465
7. Действие АРУ: при изменении сигнала на входе приемника на 26 дБ изменение сигнала на выходе приемника, дБ, не более .....	10
8. Полоса воспроизводимых звуковых частот, Гц .....	200-3500
9. Номинальная выходная мощность при коэффициенте нелинейных искажений всего тракта усиления приемника, мВт, не более ...	8% - 800

Принципиальная схема приемника изображена на рис. 1.3.

Входное устройство приемника обеспечивает связь преобразователя с магнитной антенной. Катушка входного контура L2, L1, катушка связи L3 размещены на ферритовом стержне встроенной магнитной антенны и образуют с конденсаторами C3, C7, C8, C12 контур. Связь входного контура с базой транзистора V1 – комбинированная с помощью конденсатора C8 и катушки связи L3. Такая схема входной цепи позволяет получить равномерный коэффициент передачи по диапазону.

Преобразователь частоты собран на транзисторе V1 по схеме с совмещенным гетеродином. Гетеродин выполнен по схеме индуктивной «трехточки». Оптимальное условие преобразования частоты выполняется при напряжении гетеродина на эмиттере транзистора V1 80-100 мВ. Нагрузкой преобразователя частоты служит двухконтурный полосовой фильтр промежуточной частоты,

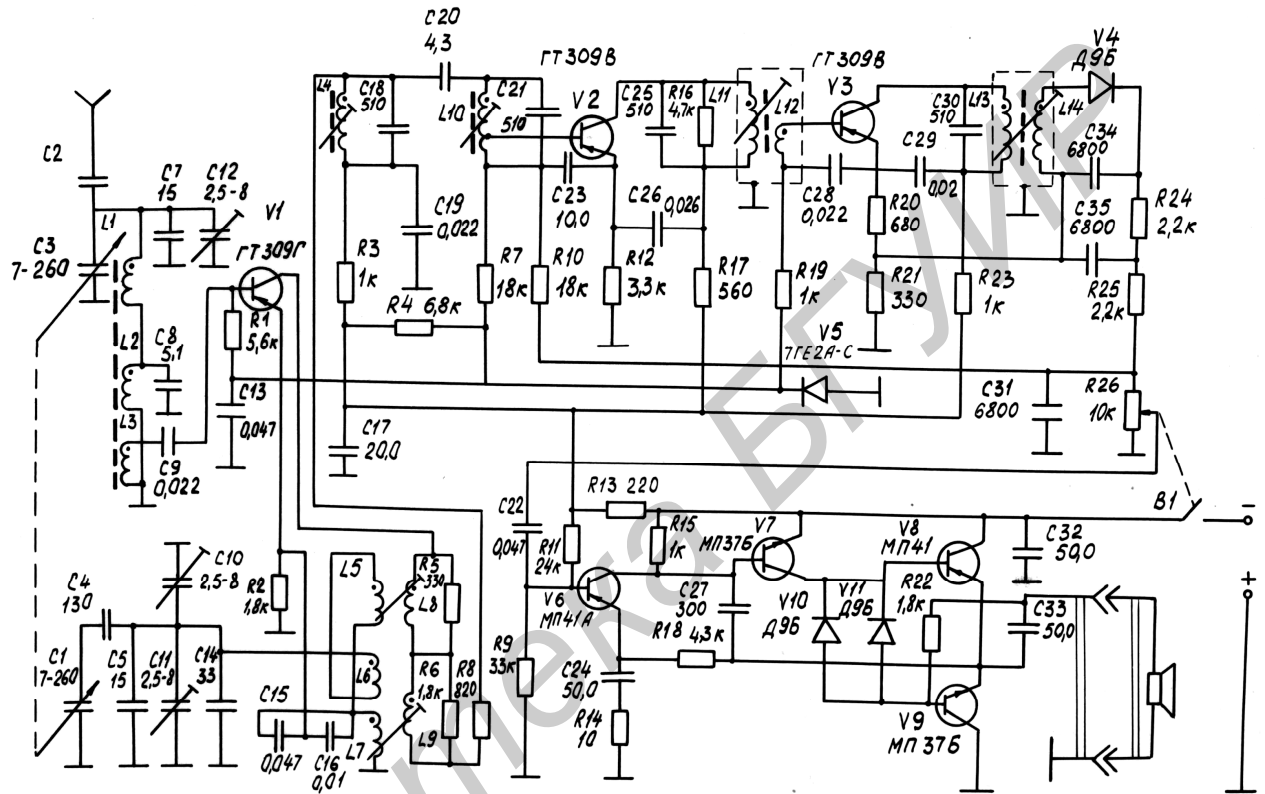


Рис 1.3. Принципиальная схема радиоприемника

обеспечивающий избирательность приемника по соседнему каналу. Режим работы транзистора V1 определяется резисторами R1 и R2. Двухкаскадный усилитель ПЧ собран на транзисторах V2 и V3 по резонансной схеме. Нагрузкой первого каскада служит одноконтурный фильтр ПЧ L11C25 с полосой пропускания 15-20 кГц, нагрузкой второго – L13C30 с полосой пропускания 30-40 кГц на уровне 3 дБ.

Детектор выполнен на диоде V4 типа Д9Б по схеме с дополнительным смещением, снимаемым с резистора R21. Такая схема детектора работает с малыми нелинейными искажениями и имеет высокий коэффициент передачи. На-

грузкой детектора служит переменный резистор  $R_{26}$ , с которого через разделительный конденсатор  $C_{22}$  напряжение низкой частоты подается на базу транзистора  $V_6$  первого каскада УНЧ. Для автоматической регулировки усиления используется постоянная составляющая тока диода  $V_4$ , с помощью которого регулируется ток базы транзистора  $V_2$  первого каскада усилителя ПЧ. Для улучшения фильтрации напряжения ПЧ в детекторе применен двойной П-образный RC-фильтр ( $R_{24}$ ;  $C_{35}$ ;  $R_{25}$ ;  $C_{31}$ ). Питание базовых цепей каскадов усилителя ПЧ и преобразователя частоты осуществляется от стабилизатора напряжения, выполненного на селеновом диоде  $V_5$  типа 7ГЕ2А-С. Это позволяет сохранить коэффициент тракта ПЧ при глубоком разряде источника питания и обеспечить работоспособность приемника при напряжении до 3 В. Трехкаскадный усилитель НЧ собран на транзисторах  $V_6$ - $V_9$ . Первые два каскада выполнены по схеме с непосредственной связью на транзисторах  $V_6$  типа МП41А и  $V_7$  типа МП37Б. Выходной каскад усилителя НЧ работает по двухтактной схеме на транзисторах  $V_7$  и  $V_9$ , включенных по схеме с общим коллектором. Нагрузкой выходного каскада является громкоговоритель с сопротивлением 8 Ом. Стабилизация режима работы транзисторов  $V_8$  и  $V_9$  осуществляется с помощью двух диодов  $V_{10}$  –  $V_{11}$  типа Д9Б, включенных между их базами. УНЧ охвачен отрицательной обратной связью, которая осуществляется через резистор  $R_{18}$ . Такая бестрансформаторная схема усилителя НЧ позволяет получить хорошие электрические параметры и устойчивую работу приемника в интервале температур от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $40^{\circ}\text{C}$ .

### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить описание лабораторной работы, получить допуск к ее выполнению, используя специальную обучающую программу.
2. Измерить основные параметры приемника, для чего:
  - 2.1. Собрать схему в соответствии с рис. 1.4. Определить три точки диапазона, в которых надо выполнять измерения, руководствуясь тем, что две край-



ние точки должны находиться на расстоянии 5-10% от границ диапазона, а третья – посередине.

2.2. Измерить чувствительность приемника в средней точке диапазона. Для этого от генератора стандартных сигналов Г4-102 на рамку генератора поля подать амплитудно-модулированный сигнал, соответствующий средней частоте диапазона. При этом частота модулирующего сигнала должна быть 1000 Гц, а глубина модуляции – 30%. Регулятор громкости установить в положение, соответствующее максимальному усилению НЧ сигнала. Оптимально сориентировать и расположить относительно друг друга на удалении 1 м приемник и антенну и, вращая ручку настройки, добиться появления полезного сигнала на выходе. При этом амплитуда НЧ сигнала изменяется в зависимости от глубины модуляции.

Изменяя положение антенны и в малых пределах частоту на Г4-102, получить максимальную амплитуду НЧ сигнала на выходе приемника. Уменьшить выходной сигнал с Г4-102 с помощью аттенюатора до такой величины, при которой амплитудно-модулированный сигнал с 30 % глубиной модуляции создает на выходе приемника напряжение, соответствующее выходной мощности 50 мВт. Регулятор громкости должен находиться в положении, при котором обеспечивается отношение полезного сигнала на выходе приемника к напряжению шумов (при снятой модуляции) не ниже заданного значения (для диапазона ДВ не менее 20 дБ).

Чувствительность приемника определяется величиной напряженности поля, создаваемого ГСС при выходной мощности 50 мВт. Величина напряженности поля, выраженная в мкВ/м, на расстоянии 1 м от рамки равна произведению показателей главного делителя напряжения ГСС и его декадного делителя. Данные измерений занести в таблицу.

2.3. Измерить избирательность приемника по соседнему каналу в средней точке диапазона. Для этого от генератора Г4-102 на рамку генератора поля подать амплитудно-модулированный сигнал, соответствующий средней частоте

диапазона. При этом частота модулирующего сигнала должна быть 1000 Гц, а глубина модуляции – 30 %. Настроить приемник точно на частоту сигнала по максимальному напряжению на выходе приёмника. Затем, не изменяя настройку приемника, поочередно увеличивать и уменьшать частоту Г4-102 на 10 кГц относительно частоты точной настройки приемника. При каждой расстройке на  $\pm 10$  кГц напряжение сигнала уменьшить до получения на выходе приемника напряжения, соответствующего выходной мощности 50 мВт. Отношение напряжений ГСС при расстройках на +10 кГц к напряжению при точной настройке, выраженное в децибелах, характеризует избирательность приемника по соседнему каналу. Данные измерений ослабления сигнала по соседнему каналу в средней точке диапазона занести в таблицу.

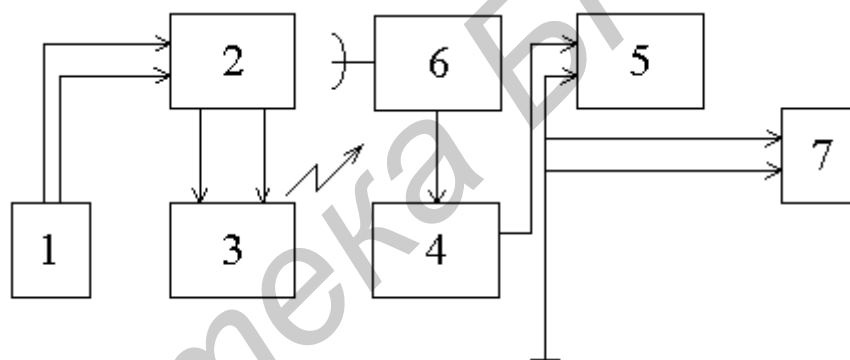


Рис. 1.4. Схема общей проверки радиоприемника:

1 – генератор НЧ; 2 – генератор ВЧ; 3 – рамка генератора поля; 4 – лабораторный макет; 5 – вольтметр; 6 – радиоприёмник; 7 – осциллограф

2.4. Проверить ослабление сигнала зеркального канала для средней точки диапазона. Для этого от генератора стандартных сигналов Г4-102 на рамку генератора поля подать амплитудно-модулированный сигнал, соответствующий средней частоте диапазона с частотой модулирующего сигнала 1000 Гц и глубиной модуляции – 30 %. Настроить приемник точно на частоту сигнала по максимальному напряжению на выходе. Затем, не изменяя настройку приемника, настроить Г4-102 на частоту, превышающую резонансную на удвоенное значение промежуточной частоты, и установить на рамке такое напряжение сигнала ГСС, при котором на выходе приемника получится напряжение, соот-

ветствующее выходной мощности 50 мВт. Отношение напряжения сигнала зеркального канала к напряжению, определяющему чувствительность на резонансной частоте, выраженное в децибелах, определяет величину ослабления сигнала зеркального канала. Данные измерений ослабления сигнала по зеркальному каналу в средней точке диапазона занести в таблицу.

Основные характеристики приемника

№ п/п	Измеряемый параметр	Частота измерений, кГц	Среднее значение параметра	Отклонение от технических данных, %
1	Чувствительность, мВ/м			
2	Избирательность по соседнему каналу, дБ			
3	Избирательность по зеркальному каналу, дБ			
4	Эффективность АРУ, дБ			
5	АЧХ, Гц			

2.5. Проверить действия АРУ приемника. От Г4-102 подать на антенну, удаленную на 1 метр от приемника, амплитудно-модулированный сигнал диапазона СВ при частоте модуляции 100 Гц и глубине модуляции 30 %, который обеспечит напряжение поля 1000 мВ/м. Произвести точную настройку приемника на частоту сигнала. Регулятором громкости установить напряжение на выходе, соответствующее номинальной выходной мощности (60 мВт). Затем напряженность поля уменьшить до 5 мВ/м, т.е. в 20 раз (на 26 дБ) и зафиксировать показания вольтметра, подключенного к громкоговорителю. Отношение напряжений на выходе при изменении сигнала на входе приёмника в 20 раз, выраженное в децибелах, будет характеризовать эффективность действия АРУ.

2.6. Определить частотную характеристику всего НЧ тракта усиления приемника. Для этого на рамочную антенну генератора поля от ГСС подать сигнал средней частоты диапазона с частотой модуляции 1000 Гц при глубине модуляции 30 % такой величины, при которой на выходе приемника развивается напряжение, соответствующее выходной мощности 50 мВт. При этом регулятор громкости установить в положение, соответствующее отношению сигнал/шум 20 дБ, и в дальнейшем его не менять. Затем при неизменном по величине напряжении несущей частоты изменять частоту модуляции от 100 до 6000 Гц. При этом глубина модуляции должна поддерживаться постоянной. Измерение выходного напряжения произвести в 5-7 точках и результаты представить в виде графика и таблицы.

#### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Схема электрическая структурная проверки приемника.
3. Таблица результатов измерений.
4. Частотная характеристика  $U = U_{\text{вых}}(f_{\text{мод}})$  всего тракта усиления радиоприемника.
5. Анализ полученных результатов и выводы.

#### **Контрольные вопросы**

1. Каковы основные блоки супергетеродинного радиоприемника?
2. Какие функции выполняют гетеродин и детектор?
3. Какие существуют методы регулировки радиоаппаратуры?
4. Каков порядок измерения реальной чувствительности радиоприемника?
5. Какова последовательность регулировки радиоприемника?

## РЕГУЛИРОВКА БЛОКОВ ПИТАНИЯ

### Цель работы

Изучение основных характеристик блоков питания и приобретение практических навыков проверки и регулировки блоков питания.

### Теоретические сведения

В источниках вторичного питания для уменьшения пульсаций на выходе выпрямителя включают сглаживающий фильтр, а в некоторых случаях дополнительно вводят стабилизатор постоянного напряжения или тока.

**Стабилизатором напряжения** называется устройство, поддерживающее напряжение на нагрузке с заданной точностью при изменении сопротивления нагрузки и напряжения сети в определённых пределах. Основными показателями, характеризующими качество работы источника питания, являются следующие:

**Коэффициент стабилизации напряжения**, который равен отношению относительного изменения напряжения на входе к относительному изменению напряжения на выходе:

$$K_{CT} = \frac{\Delta U_{ВХ} / U_{ВХ.НОМ}}{\Delta U_{ВЫХ} / U_{ВЫХ.НОМ}}, \quad (2.1)$$

где  $\Delta U_{ВХ} = U_{ВХ.маx} - U_{ВХ.миn}$ ;  $\Delta U_{ВЫХ} = U_{ВЫХ.маx} - U_{ВЫХ.миn}$ ;

$U_{ВХ.НОМ}$ ;  $U_{ВЫХ.НОМ}$  – номинальные напряжения на входе и выходе стабилизатора;

$U_{ВХ.маx}$ ;  $U_{ВХ.миn}$  – максимальное и минимальное входные напряжения;

$U_{ВЫХ.маx}$ ;  $U_{ВЫХ.миn}$  – максимальное и минимальное выходные напряжения на нагрузке;

**Выходное сопротивление  $R_{ВЫХ}$ :**

$$R_{ВЫХ} = \Delta U_{ВЫХ} / \Delta I_{Н}, \quad (2.2)$$

где  $\Delta I_{Н}$  - абсолютное изменение тока нагрузки.

$$\text{Коэффициент пульсаций } K_{\Pi}: \quad K_{\Pi} = U_m / U_o \cdot 100 \% , \quad (2.3)$$

где  $U_o$ ,  $U_m$  – соответственно постоянная и переменная составляющие выпрямленного напряжения.

Коэффициент пульсаций может иметь значения от 0,5 до 0,05 %.

**Нагрузочная характеристика**, которая представляет собой зависимость выходного напряжения источника от тока нагрузки. Существуют два основных вида стабилизаторов: параметрические; компенсационные.

В **параметрических стабилизаторах (ПСН)** основным стабилизирующим звеном является стабилитрон. В **компенсационных** стабилизация достигается путем введения отрицательной обратной связи с выхода стабилизатора на вход регулирующего элемента, которым является мощный транзистор.

Электропитание маломощной аппаратуры с небольшим пределом изменения тока потребления обычно осуществляется от параметрических стабилизаторов напряжения. Кроме того, эти стабилизаторы используются в качестве источников опорного напряжения (ИОН) в компенсационных стабилизаторах напряжения. Для стабилизации постоянного напряжения в ПСН применяются элементы с нелинейной ВАХ, например, кремниевые стабилитроны, ВАХ которого показана на рис.2.1.

Основная схема однокаскадного ПСН приведена на рис.2.2. В этой схеме при изменении входного напряжения на  $\Delta U_{вх}$  ток через стабилитрон VD изменяется на  $\Delta I_{ст}$ , что приводит к незначительным изменениям напряжения на стабилитроне (на  $\Delta U_{н}$ ), а следовательно, и на нагрузке. Значение  $\Delta U_{н}$  зависит от  $\Delta U_{вх}$ , сопротивления ограничивающего резистора  $R_o$  и внутреннего сопротивления стабилитрона, которое определяется в основном дифференциальным сопротивлением стабилитрона.

$$r_{ст} = dU_{ст} / dI_{ст} . \quad (2.4)$$

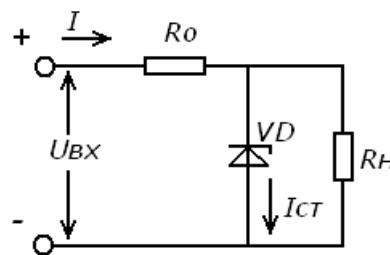
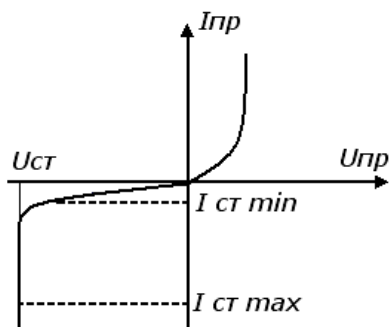


Рис.2.1. ВАХ стабилитрона      Рис.2.2.Стабилизатор напряжения типа ПСН

Чем меньше это сопротивление, тем меньше обратная связь через источник питания для каскадов, которые питает стабилизатор. Из рис.2.3, а видно, что при увеличении  $U_{ст}$  дифференциальное сопротивление уменьшается и достигает минимального значения для стабилитронов с напряжением стабилизации 6-8 В. Температурный коэффициент напряжения  $\alpha_H$  стабилизатора определяет величину отклонения выходного напряжения ПСН при изменении температуры. На рис.2.3,б приведена зависимость  $\alpha_H$  от напряжения стабилизации.

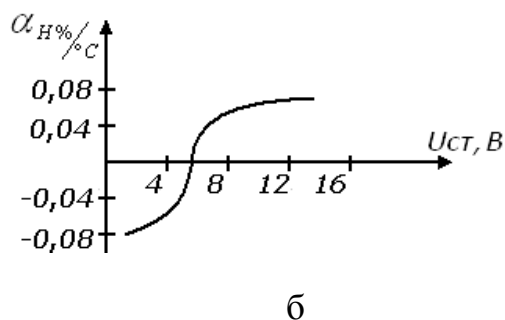
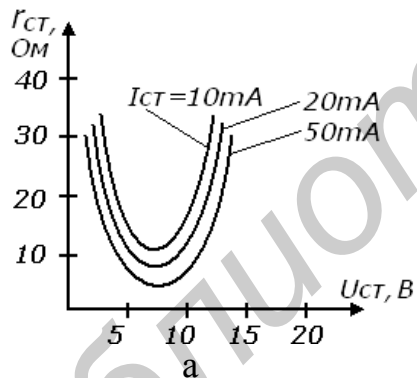


Рис. 2.3. Зависимости  $r_{ст}$  (а) и  $\alpha_H$  (б) от напряжения стабилизации

Для  $U_{ст} > 5,5$  В при повышении температуры напряжение на стабилитроне возрастает. Поэтому температурная компенсация в этом случае может быть достигнута включением последовательно со стабилитроном диодов в прямом направлении ( $VD_2, VD_3$  на рис.2.4).

При этом возрастает внутреннее сопротивление ПСН за счет дифференциальных сопротивлений термокомпенсирующих диодов и ухудшается качество стабилизации (уменьшается  $K_{ст}$  в 2-4 раза).

Для повышения стабильности выходного напряжения применяют двухкаскадный ПСН (рис.2.5) или мостовые схемы стабилизатора (рис.2.6).

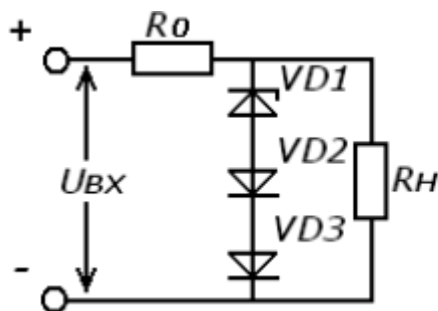


Рис. 2.4. Температурная компенсация в ПСН

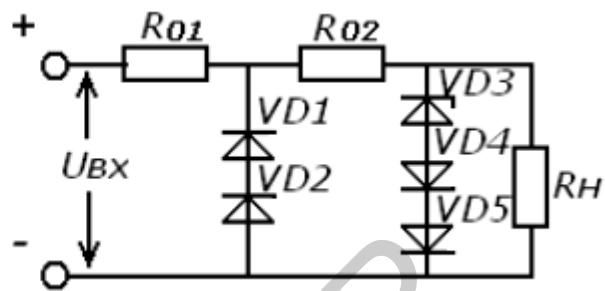


Рис. 2.5. Двухкаскадный ПСН

Предварительная стабилизация напряжения в двухкаскадном ПСН с помощью элементов  $R_{01}$ ,  $VD_1$ ,  $VD_2$  позволяет получить достаточно высокий коэффициент стабилизации выходного напряжения. Термокомпенсацию осуществляют только во втором каскаде, а количество диодов, включенных в прямом направлении, выбирают в зависимости от типа и количества кремниевых стабилитронов (КС).

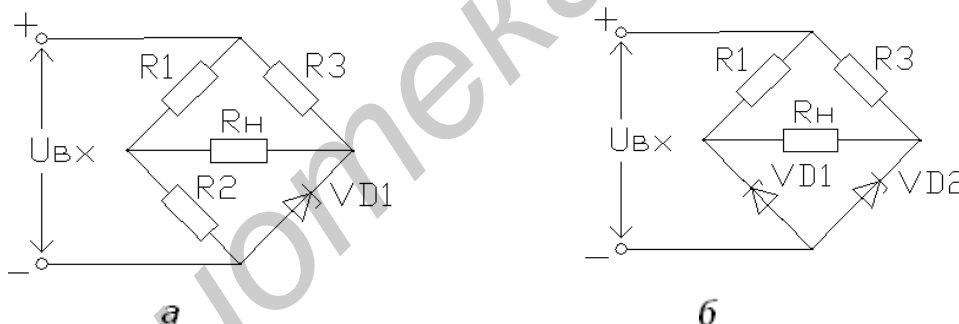


Рис.2.6. Мостовые схемы ПСН

Для значительного повышения  $K_{ст}$  применяют мостовые схемы, где компенсирующее напряжение возникает на резисторе  $R_2$  (рис.2.6,а) или стабилитроне  $VD_1$  (рис.2.6,б). Для этих схем

$$K_{ст} = \frac{U_H}{U_{вх}(r_{сн}(R_3 - R_2) \cdot R_1)}, \quad (2.5)$$

где  $U_H$  – напряжение на нагрузке  $R_H$ .



Существуют и другие схемы стабилизаторов с улучшенными характеристиками: с эмиттерным повторителем (рис.2.7,а), с токостабилизирующим двухполюсником (рис.2.7,б). Максимальная выходная мощность рассмотренных схем ПСН ограничивается предельными значениями тока стабилизации и рассеиваемой мощности стабилитрона. При использовании транзистора в режиме эмиттерного повторителя (см. рис.2.7,а) мощность может быть увеличена.

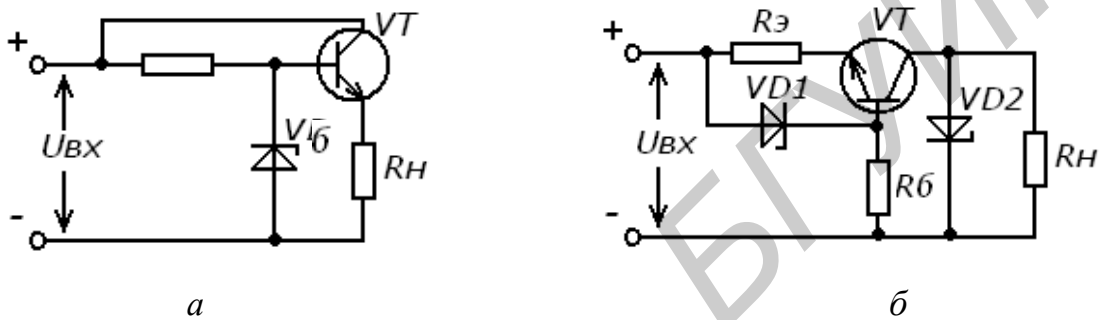


Рис. 2.7. Схемы ПСН на транзисторах

В отличие от параметрических **компенсационные стабилизаторы (КСН)** обеспечивают необходимую стабильность напряжения на нагрузке при помощи цепи отрицательной обратной связи, действующей на регулирующий элемент (РЭ). В зависимости от схемы включения РЭ КСН разделяются на последовательные и параллельные. (рис. 2.8,а, б соответственно) На схемах:

$R_r$  - гасящий резистор; ИЭ - измерительный элемент устройства сравнения, ИОН – источник опорного напряжения. В непрерывном последовательном стабилизаторе РЭ включен последовательно с нагрузкой  $R_H$ .

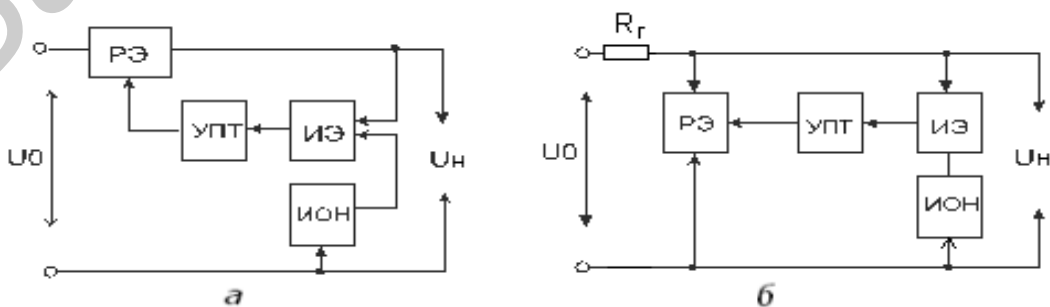


Рис. 2.8. Структурные схемы КСН

При изменении входного выпрямленного напряжения  $U_0$  или тока нагрузки в ИЭ (сравнивающий делитель и источник опорного напряжения) выделяется сигнал рассогласования, который усиливается УПТ и подается на вход РЭ, изменяя его сопротивление по постоянному току, таким образом, что выходное напряжение  $U_H$  на  $R_H$  сохраняется постоянным с определенной степенью точности. ИЭ выделяет также сигнал переменной составляющей выпрямленного напряжения и сглаживает ее регулирующим элементом до малого уровня.

На рис.2.9,а показана типовая схема стабилизатора с последовательным включением РЭ. В этой схеме конденсатор  $C_{oc}$  повышает устойчивость работы за счет уменьшения коэффициента усиления УПТ по переменному напряжению, а  $C_H$  применен для улучшения переходных характеристик и повышения степени устойчивости КСН.

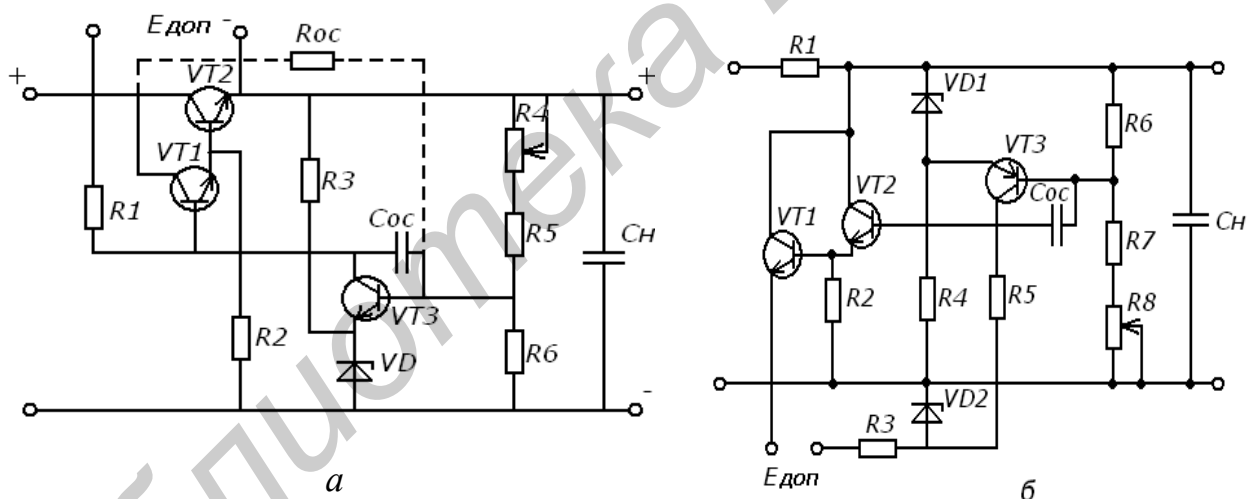


Рис. 2.9. Типовая схема последовательного (а) и параллельного (б) КСН

Пунктиром показаны возможные варианты подключения минусовой шины  $E_{доп}$  и сопротивление обратной связи.

Непрерывный параллельный стабилизатор выполняется по схеме рис.2.9,б. Здесь РЭ - транзистор включен параллельно нагрузке  $R_H$ . Выходное напряжение  $U_H$  поддерживается постоянным за счет изменения тока, протекающего через РЭ. Например, при увеличении входного напряжения  $U_0$  возрастает ток через РЭ. За счет этого увеличивается падение напряжения на  $R_f$  на

такую же величину, а выходное  $U_n$  остается неизменным. При изменении тока нагрузки стабильность  $U_n$  поддерживается за счет того, что сумма токов, протекающих через параллельно включенные РЭ и  $R_n$  остается неизменной. Типовая схема такого стабилизатора приведена на рис.2.10,б.  $R_1$  – гасящий резистор,  $VT_1, VT_2$ - составной транзистор (РЭ),  $VT_3$  – УПТ.

КСН параллельного типа применяются при средних токах нагрузки (50-100 мА) и жестких требованиях к пульсации выходного напряжения. Они имеют высокий КПД, но уступают КСН последовательного типа и применяются при малых изменениях тока нагрузки.

Для питания различных электронных устройств в настоящее время применяют **импульсные источники питания (ИИП)**, которые обладают рядом существенных преимуществ. Это уменьшение массы устройства не менее чем на 5 кг, экономия расхода меди на 4 кг, снижение уровня магнитного поля частоты 50 Гц, практическая независимость выходных напряжений от колебаний напряжения сети.

На рис.2.10 приведена структурная схема ИИП, который состоит из выпрямителя сетевого напряжения, схемы запуска, схемы стабилизации и защиты, преобразователя (блокинг-генератор), разделительного трансформатора, выпрямителей импульсных напряжений. Принцип его работы состоит в преобразовании выпрямленного сетевого напряжения в высокочастотное импульсное с частотой 25-28 кГц с последующей трансформацией и выпрямлением во вторичных цепях. Вследствие большой частоты преобразования значительно облегчается фильтрация постоянных напряжений. Поэтому все вторичные выпрямители однополупериодные. Выходное напряжение в ИИП зависит от скважности управляющих импульсов, т.е. от длительности импульсов и периода их следования. При включении модуля питания на схему преобразователя подается однократный импульс запуска, сформированный схемой запуска из переменного напряжения сети. Так как в момент включения конденсаторы во вторичных выпрямителях разряжены, то модуль питания в момент включения работает в

режиме короткого замыкания. Следовательно, вся энергия, направленная в индуктивность трансформатора ТПИ, отдаётся во вторичные цепи. Последующие включения и выключения транзистора блокинг-генератора происходят аналогично. Нескольких таких вынужденных колебаний достаточно, чтобы зарядить конденсаторы во вторичных цепях.

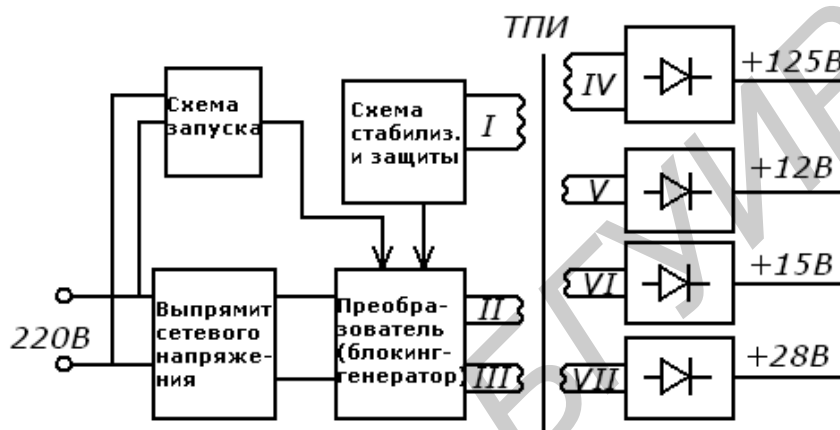


Рис. 2.10. Структурная схема ИИП

Остаточная энергия, запасаемая в индуктивности ТПИ по окончании заряда конденсаторов во вторичных цепях, создаёт в обмотке обратной связи (II) напряжение, которое, будучи приложенным между эмиттером и базой транзистора, приводит к возникновению колебательного процесса.

Групповая стабилизация выходных напряжений модуля питания осуществляется схемой стабилизации и защиты. Напряжение, снимаемое с обмотки стабилизации (I) трансформатора и пропорциональное отклонениям выходных напряжений питания, подаётся на схему стабилизации, вырабатывающей сигнал ошибки, который определяет длительность токовых импульсов ключевого элемента блокинг-генератора (КТ 838). Таким образом, происходит дозирование энергии, передаваемой от выпрямителя сетевого напряжения в обмотку намагничивания трансформатора (III), в ферритовый сердечник в зависимости от напряжения сети или сопротивления нагрузки. В случае если ток ключевого элемента блокинг-генератора превысит заданное значение, схема защиты срывает

колебания последнего. Режим короткого замыкания (КЗ) возникает при замыкании выходов модуля питания. Запуск МП при наличии КЗ во вторичных цепях осуществляется запускающим импульсом от схемы запуска. При этом происходит одно колебание. После окончания запускающего импульса схема не возбуждается, т.к. вся энергия, накопленная в сердечнике трансформатора, расходуется короткозамкнутой цепью. Ток КЗ по самой мощной цепи составляет 300 мА, т.е. безопасен для выпрямительного диода.

При снятии КЗ модуль питания входит в режим стабилизации. Режим холостого хода наступает при отключении нагрузки или при уменьшении суммарной мощности потребления до 20 Вт. В этом случае запуск блокинг-генератора осуществляется запускающими импульсами с устройства запуска, а его выключение устройством стабилизации и защиты. Таким образом, схема работает в повторно-кратковременном режиме. При увеличении нагрузки блокинг-генератор переходит автоматически в режим стабилизации.

### **Практическая часть**

В работе используются следующие приборы и оборудование:

1. Осциллограф С1-83 или С1-114.
2. Генератор телевизионных сигналов ГИС 02Т.
3. Вольтметр цифровой.
4. ЛАТР (лабораторный автотрансформатор).
5. Телевизор «Горизонт» 412(ВКУ).
6. Прибор регулировки и контроля модуля питания (ПРК МП).
7. Лабораторный макет.
8. Разделительный трансформатор.

В заводских условиях перед установкой в телеприёмнике модуль питания подвергается проверке на соответствие его параметров ТУ. Эта проверка осуществляется с помощью специального стенда: прибора регулировки и контроля

модуля питания (ПРК МП). Так как на МП подается сетевое напряжение, то рабочее место оборудуется разделительным трансформатором и вольтметром.

ПРК МП обеспечивает подключение к цепи  $U_3$  (+15В) динамической ( $R_d$ ) нагрузки 18 Ом с током потребления 0,4 А и частотой коммутации  $\approx 100$  Гц. В ПРК МП предусмотрена защита видеоконтрольного устройства (ВКУ) от повышения напряжения по цепи  $U_4$  (+12В) в проверяемом модуле питания.

Питание ПРК МП осуществляется от сети переменного тока 220 В 50 Гц через разделительный трансформатор и ЛАТР, позволяющий регулировать напряжение сети в пределах от 0 В до 250 В. Для обеспечения работы в режиме регулировки и контроля в ПРК МП имеются гнезда для подключения приборов.

ПРК МП состоит из блока регулировки и контроля (БРК) и видеоконтрольного устройства (ВКУ) – телевизор Г412 без модуля питания (рис. 2.11). Токовый датчик (ТД) защиты цепи 220 В выполнен на резисторах. При протекании тока на нем выделяется напряжение, поступающее на схему защиты платы коммутации (ПК). При превышении допустимого значения тока схема защиты отключает питание 220 В с проверяемого модуля. В этом состоянии схема может находиться сколь угодно долго. Визуально это проявляется в затухании светодиода «Сеть МП» и свечении светодиода «Перегрузка».

Динамическая нагрузка  $R_d$  состоит из мультивибратора и ключевой схемы. Мультивибратор отключается при подаче напряжения  $U_3$  МП. Схема защиты ВКУ по цепи  $U_4$  (+12 В) собрана на компараторе и реле. Если напряжение в цепи  $U_4$  превышает уровень (12,6-0,1) В, схема защиты отключает ВКУ. Схема включения ВКУ обеспечивает питание цепи накала кинескопа в исходном состоянии от трансформатора ТС. При этом к модулю питания подключены эквиваленты нагрузок. При нажатии кнопки «ТВ» МП подключается к ВКУ. От разделительного трансформатора и ЛАТР через ТД, ПК на МП поступает питающее напряжение. К выходным цепям МП подключены резисторы эквивалентов нагрузок и гнезда для подключения измерительных приборов. Вместо эквивалентов нагрузок возможно подключение ВКУ.

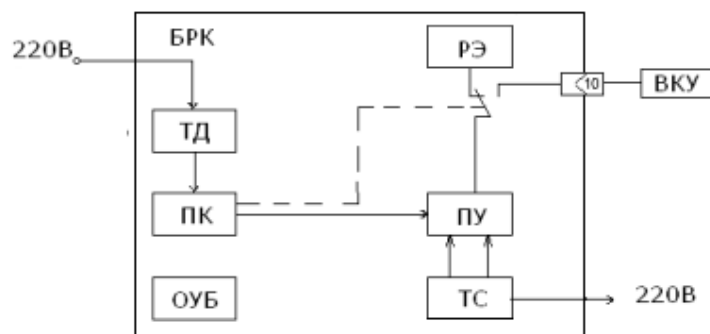


Рис. 2.11. Прибор регулировки и контроля МП:  
 ТД—токовый датчик, ПК—плата коммутации, ОУБ—органы управления, блокировки, индикации; РЕ—эквивалент нагрузок, ПУ—подключающее устройство, ТС—трансформатор силовой, ВКУ—видеоконтрольное устройство

ПУ предназначено для быстрого, надежного и безопасного включения МП в схему проверки и содержит пружинные контакты Х1...Х21. С контактов Х1, Х2 ПК к МП подводится напряжение 220 В, а контакты Х3, Х4 подключают электролитический конденсатор МП С<sub>11</sub> к цепи разряда после проверки МП, обеспечивая электробезопасность персонала. Остальные контакты позволяют производить измерение режимов элементов МП.

ВКУ включает в себя модули базового телевизора (кроме МП) и дополнительную плату для перекоммутации модулей базового телевизора (4 УСЦТ). В режиме регулировки и контроля МП нить накала кинескопа питается от ТС, а в режиме визуального контроля – от кассеты разверток.

Лабораторный макет состоит из компенсационного и параметрического стабилизаторов напряжения (рис. 2.12 и 2.13 ).

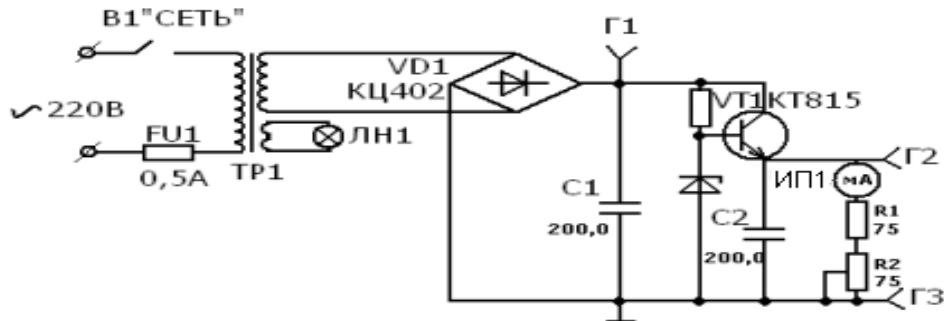


Рис. 2.12. Схема параметрического стабилизатора

На передней панели макета расположены: регулятор тока нагрузки  $R_2$ , измеритель тока нагрузки ИП1, гнезда для контроля  $U_{вх}$  и  $U_{вых}$  ( $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ ), тумблер для подключения к гнездам  $U_{вых}$  или параметрического либо компенсационного стабилизаторов, тумблер и лампочка «Сеть».

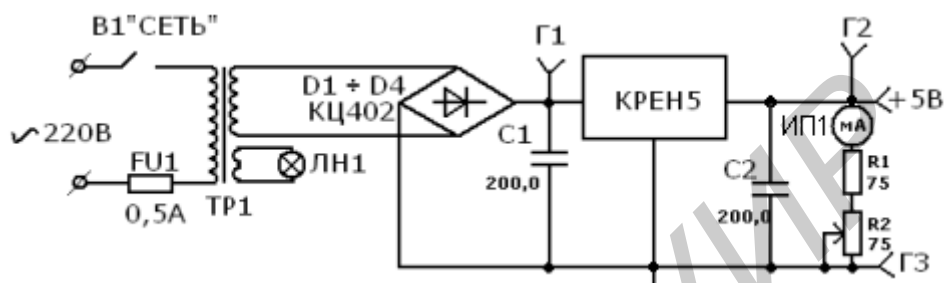


Рис.2.13.Схема компенсационного стабилизатора

### Порядок выполнения работы

1. Изучить описание лабораторной работы и получить у преподавателя допуск к выполнению практической части работы.

2. Подключить к гнездам «Нагрузка» ЛАТРа макет. Установить на ЛАТРе напряжение 220 В и тумблером на передней панели макета включить параметрический стабилизатор.

3. Включить тумблер «Сеть» лабораторного макета стабилизаторов напряжения и установить ток нагрузки 50 мА.

4. Измерить вольтметром постоянное напряжение на входе и выходе стабилизатора. Измерить осциллографом амплитуду пульсаций. Определить  $K_{\Gamma}$  в соответствии с формулой (2.3)

5. Подключить вольтметр к гнездам  $U_{вх}$  лабораторного макета и, установив поочередно ЛАТРОм сетевое напряжение 200 и 240 В измерить изменение напряжения на входе параметрического стабилизатора.

6. Подключить вольтметр к гнездам  $U_{вых}$  лабораторного макета и, установив поочередно ЛАТРОм сетевое напряжение 200 и 240 В измерить изменение напряжения на выходе параметрического стабилизатора.

7. Определить  $K_{ст}$  в соответствии с формулой (2.1).



8. Установить на ЛАТРе напряжение 220 В и, изменяя ток нагрузки от 50 до 150 мА через 20 мА, снять нагрузочную характеристику параметрического стабилизатора (5-6 измерений). При минимальном и максимальном токах нагрузки по формуле (2.2) определить  $R_{\text{вых}}$  параметрического стабилизатора.

9. Тумблером на передней панели макета включить компенсационный стабилизатор. Используя органы управления макетом, измерить параметры компенсационного стабилизатора:  $K_{\text{ст}}$ ,  $R_{\text{вых}}$ ,  $K_{\text{п}}$ , и снять нагрузочную характеристику, для чего повторить п.п.4 - 8. Полученные данные занести в отчет.

10. Соединить составные части ПРК МП между собой и подключить измерительные приборы. Тумблеры включения ПРК МП и приборов установить в положение «Выкл». Подключить измерительные приборы к питающей сети.

11. На антенный вход ВКУ подать ВЧ сигнал от ГИС -02Т или антенны.

12. Подключить сетевые шнуры ПРК МП к питающей сети в соответствии с гравировкой на ПРК МП. Включить и прогреть приборы согласно их инструкциям по эксплуатации, а также разделительный трансформатор.

13. Установить напряжение сети на ЛАТРе, равное нулю. Установить исходное состояние органов управления и индикации ПРК МП: тумблер «Конденсатор» – в положении «Выкл»; светодиоды не светятся; тумблер МП405 в соответствующее проверяемому модулю положение (МП405-1, МП405-2).

14. Тумблер «Сеть» ПРК МП установить в положение «Вкл», при этом должна загореться лампочка «Сеть». После 10 мин прогрева ПРК МП готов к работе.

15. Нажать кнопку «Сеть МП», при этом должен загореться соответствующий светодиод. Контролируя напряжение по вольтметру, установить ЛАТ-Ром напряжение, при котором произойдет запуск МП (загорится светодиод +15 В X3). Зафиксировать это напряжение, а затем выставить 220 В.

16. Подключить цифровой вольтметр к гнездам «Вольтметр» и по его показаниям убедиться в соответствии номиналам напряжений  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ,  $U_4$ , коммутируя их переключателем «Вольтметр» ПРК МП. В случае необходимо-

сти произвести регулировку напряжения +125 В с помощью потенциометра R<sub>4</sub> МП 405 через отверстие в защитном колпаке.

17. Подключить осциллограф к гнездам «Осциллограф» ПРК МП и определить коэффициенты стабилизации и пульсации МП для одного из выходных напряжений: U<sub>1</sub>= +125 В; U<sub>2</sub>= +28 В; U<sub>3</sub>= +15 В. Переключателем «ток нагрузки» установить номинальный ток нагрузки; измерить вольтметром постоянное напряжение на выходе стабилизатора; измерить осциллографом амплитуду пульсаций; определить K<sub>п</sub>; установить сетевое напряжение 200 и 240 В и измерить изменение напряжения на выходе источника питания; определить K<sub>ст.У</sub>.

18. Нажать кнопку «ТВ», при этом загорается светодиод «ТВ» и появляется изображение, соответствующее маркировке на приборе ГИС 02Т. Определить по качеству изображения соответствие МП техническим требованиям.

19. Проверить работу устройства размагничивания кинескопа. Нажать на кнопку УРК, на экране ВКУ должна быть видна кратковременно «волна» по кадрам. На петлю размагничивания кинескопа подается синусоидальный убывающий по амплитуде ток и происходит размагничивание кинескопа.

20. С помощью осциллографа проверить форму и частоту напряжения на гнезде R<sub>д</sub> (f=100 Гц ±30%), форма импульсов – прямоугольная, амплитуда ≈14 В. (Переключатель «ток нагрузки» в положении R<sub>д</sub>.)

### **Содержание отчета**

1. Схема электрическая принципиальная ПСН и КСН.
2. Основные расчетные формулы и результаты измерений и расчетов.
3. Анализ полученных результатов расчетов и измерений.
4. Структурная схема ИИП.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение и принципы работы ПСН, КСН и ИИТ.
2. Основные показатели, характеризующие работу стабилизатора напряжения.
3. Регулирование выходного напряжения ИИП, отличия ИИП от ИП других типов.

## РЕГУЛИРОВКА СУБМОДУЛЯ РАДИОКАНАЛА

### Цель работы

Изучение принципа действия модуля радиоканала и получение практических навыков регулировки и исследования амплитудно-частотных характеристик субмодуля радиоканала.

### Теоретические сведения

Усовершенствование цветных телевизоров в течение ряда лет было направлено на улучшение качества изображения, повышение надежности, уменьшение габаритов, веса, потребляемой энергии, повышение технологичности изготовления, регулировки и ремонта, создание удобств эксплуатации. Это было достигнуто при внедрении принципа модульного конструирования.

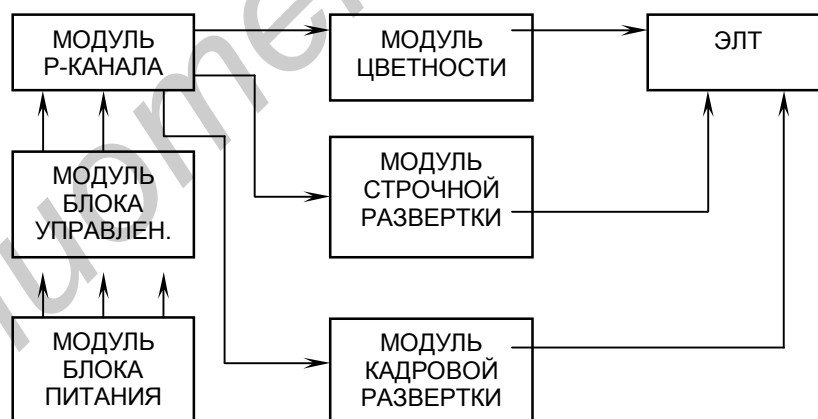


Рис.3.1. Структурная схема телевизора блочно-модульной конструкции

Модульная конструкция телевизора значительно облегчает регулировку, ремонт телевизоров и позволяет модернизировать модули без существенных изменений техпроцесса производства. Все цветные телевизоры, начиная с телевизоров третьего поколения, имеют блочно-модульную структуру, причем большие блоки называются модулями, а малые, входящие в состав больших, – субмодулями. Последние модели имеют моноблочную (моноплатную) структу-

ру, когда все основные элементы монтируются на одной плате. Структурная схема телевизора блочно-модульной конструкции показана на рис.3.1.

Высокочастотный телевизионный сигнал метрового или дециметрового диапазона поступает на модуль радиоканала, в котором происходит селекция каналов, преобразование ВЧ сигнала, выделение промежуточных частот изображения (38 МГц) и звука (31,5 МГц), выделение строчных и кадровых синхроимпульсов, управляющих модулями строчной и кадровой разверток, и формирование сигналов, необходимых для работы модуля цветности. Сигналы с модулей цветности, строчной и кадровой разверток подаются на электронно-лучевую трубку (ЭЛТ).

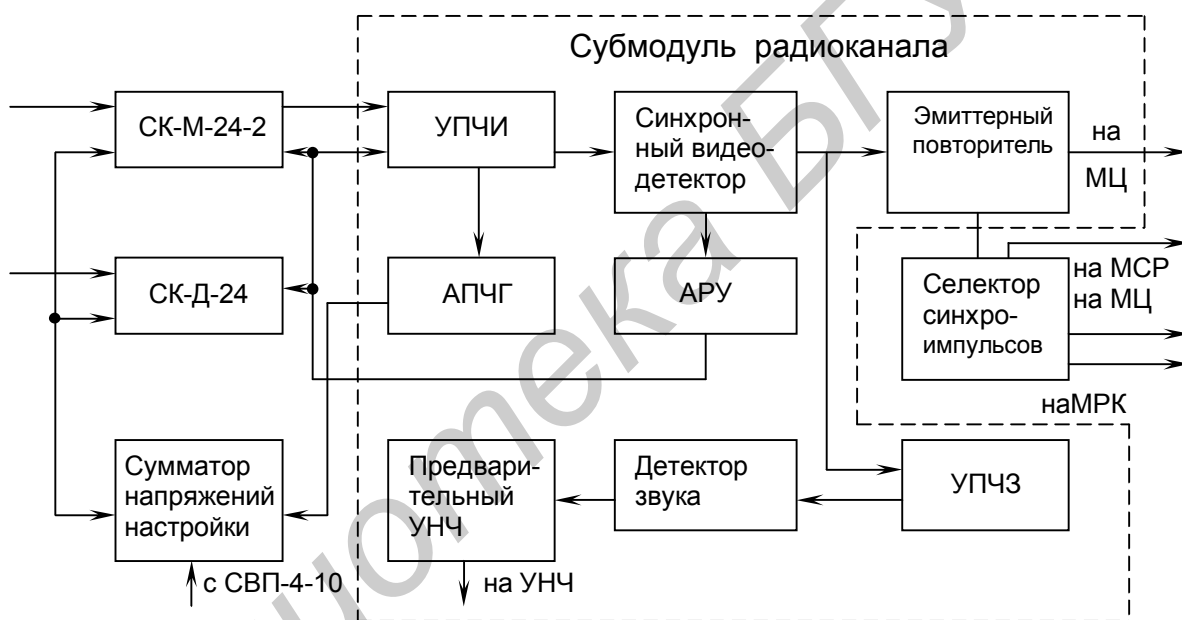


Рис.3.2. Структурная схема модуля радиоканала

В модуле блока управления расположены регуляторы тембров, громкости, яркости и т.д. В последних моделях эти параметры программируются с пульта ДУ. Модуль питания вырабатывает напряжения, необходимые для работы всех модулей телевизионного приемника.

Модуль радиоканала телевизоров 2УСЦТ (рис.3.2) включает в себя:

- селектор каналов метрового диапазона СК-М-24-2;
- селектор каналов дециметрового диапазона СК-Д-24;
- субмодуль радиоканала (СМРК);

селектор синхроимпульсов, задающий генератор строчной развертки;  
устройство автоматической подстройки частоты и фазы;  
сумматор напряжения настройки.

Основными узлами СМРК являются: усилитель промежуточной частоты изображения (УПЧИ); схема АРУ; схема автоматической подстройки частоты гетеродина (АПЧГ); усилитель промежуточной частоты звука (АПЧЗ); детектор звука; предварительный усилитель низкой частоты; эмиттерный повторитель.

На вход УПЧИ СМРК поступает сигнал промежуточной частоты изображения и звука с выхода СК-М-24-2. Переключение программ осуществляется в обоих селекторах устройством сенсорного выбора программ СВП-4-10. Напряжение настройки поступает на варикапы селекторов через сумматор и переключает по частоте входные, усилительные и гетеродинные цепи селекторов. На этот же сумматор поступает и медленно меняющийся сигнал с АПЧГ, несущий информацию об ошибке настройки гетеродина на выбранную частоту. Система АПЧГ работает от сигнала, поступающего с УПЧИ, в котором происходит основное усиление сигнала. С выхода УПЧИ сигнал поступает также на синхронный видеодетектор. С видеодетектора сигнал подается на схему АРУ, на УПЧЗ и через эмиттерный повторитель на модуль цветности (МЦ) и селектор синхроимпульсов. В УПЧЗ осуществляется селекция сигнала разностной частоты звукового сопровождения (6,5 МГц), ее усиление и ограничение по амплитуде. Частотный детектор выделяет сигнал низкой частоты, который после усиления в предварительном усилителе подается на оконечный УНЧ, расположенный в модуле блока управления. Селектор синхроимпульсов предназначен для управления строчной и кадровой развертками. В нем производится выделение строчных и кадровых синхроимпульсов из полного телевизионного сигнала. Одновременно происходит амплитудная селекция синхросигнала, формирование импульсов запуска строчной и синхронизации генератора кадровой разверток и формирование строчного строб-импульса, используемого в модуле

цветности для получения яркостной площадки и управления цветовой синхронизацией.

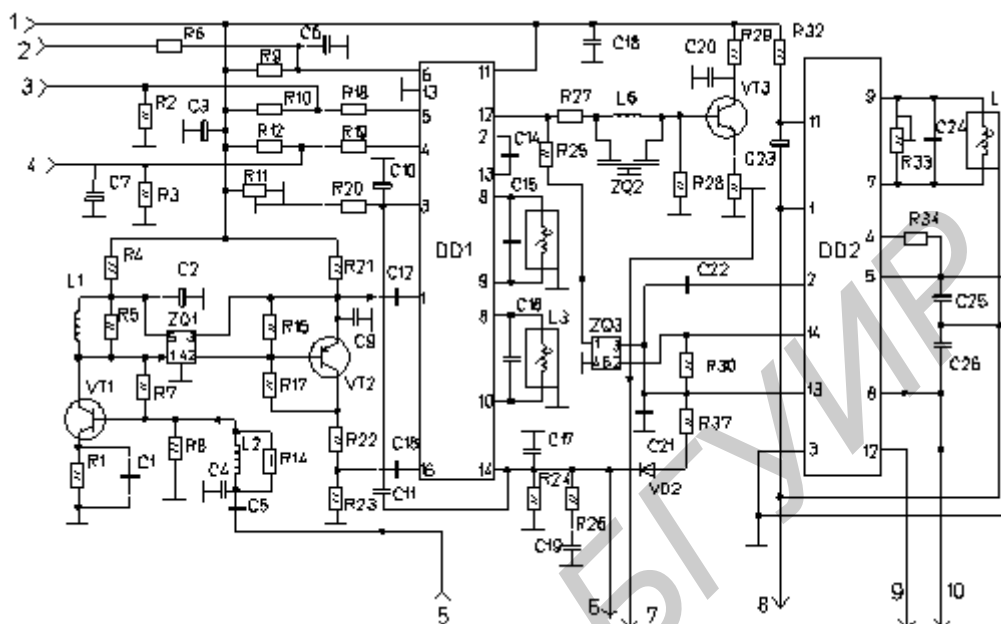


Рис.3.3. Принципиальная схема submodule радиоканала

Модуль радиоканала выполнен на микросхемах с использованием фильтров на ПАВ (рис. 3.3). В качестве УПЧИ, видеодетектора, предварительного усилителя видеосигнала, схемы АРУ, детектора и усилителя системы АПЧГ используются микросхемы типа К174УР5 или КР1021УР1. АЧХ формирует фильтр на ПАВ типа К04ФЕ001-01, который не требует настройки и заменяет ФСС, содержащий 9—13 точек настройки. Компенсацию затухания, вносимого фильтром, обеспечивают два каскада УПЧИ на транзисторах VT1, VT2. Сигнал ПЧ поступает на выводы 1, 16 микросхемы. Внутри микросхемы выход УПЧИ связан с синхронным видеодетектором. К выводам 8, 9 микросхемы подключен опорный контур L3, C15 синхронного видеодетектора. С выхода детектора видеосигнал поступает на предварительный видеоусилитель и схему АРУ.

Через вывод 12 видеосигнал поступает на режекторный фильтр ФП1Р8-63-02, который совместно с резисторами R27, R28 и дросселем L6 обеспечивает подавление промежуточной частоты звука и осуществляет сдвиг фазы сигнала для эффективной режекции сигнала частотой 6,5 МГц. Выход фильтра связан с

эмиттерным повторителем на VT3, в эмиттерную цепь которого включен резистор R15, определяющий размах видеосигнала, поступающего на модули цветности и синхронизации.

Со схемы АРУ (вывод 4 микросхемы) через резистор R19 напряжение подается на селекторы каналов. Начальное напряжение АРУ определяется делителем R3, R12. Постоянную времени АРУ определяет фильтр C17, R24, R26, C19, подключенный к выводу 14, а начало срабатывания (1 мВ) — цепь R11, R20, C10, подключенная к выводу 3 микросхемы. Величина задержки срабатывания устанавливается резистором R11. Питание 12 В подается на вывод 11, к выводам 2 и 15 подключен конденсатор C14.

Детектор системы АПЧГ выполнен по схеме двойного балансного умножителя. Необходимый фазовый сдвиг обеспечивается опорным контуром L4, C16, настроенным на частоту 38 МГц и подключенным к выводам 7 и 10 микросхемы. Напряжение ошибки настройки поступает на селекторы каналов с вывода 5. Блокировка схемы АПЧГ осуществляется сигналом с сенсора выбора программ (СВП), поступающим на вывод 6.

Канал звука выполнен на микросхеме K174УР4. Видеосигнал с промежуточной частотой звука поступает через резистор R25 на вход пьезокерамического фильтра K04ФЕ003 и далее на выводы 2, 13 микросхемы. Средняя частота настройки фильтра 6,5 МГц, ширина полосы пропускания 300 кГц. Элементы L8, C24 образуют фазосдвигающий опорный контур. Параллельно контуру подсоединен резистор R33, расширяющий его полосу и одновременно регулирующий амплитуду выходного напряжения звуковой частоты.

Выделенный детектором сигнал звуковой частоты поступает на входы регулируемого и нерегулируемого усилителей низкой частоты. С выхода нерегулируемого усилителя (вывод 12) сигнал НЧ подается на внешние устройства (магнитофон, видеомагнитофон), а с выхода регулируемого усилителя (вывод 8) — на УНЧ.

Прибор Х1-49 для исследования амплитудно-частотных характеристик (ИАЧХ) (рис.3.4.) выполнен по блочному принципу и состоит из генераторной части, включающей в себя преобразователь частоты, генератор пилообразного напряжения (ГПН), узел частотных меток, ступенчатый аттенюатор и индикаторной части, включающей в себя осциллографический блок и усилитель постоянного тока (УПТ). Принцип исследования АЧХ характеристик прибором Х1-48 основан на том, что на вход исследуемого устройства подается напряжение со стабильной амплитудой и периодически изменяющейся частотой по пилообразному закону, а на экране индикатора воспроизводится огибающая высокочастотного сигнала, полученная с помощью детекторной головки на выходе исследуемого устройства.

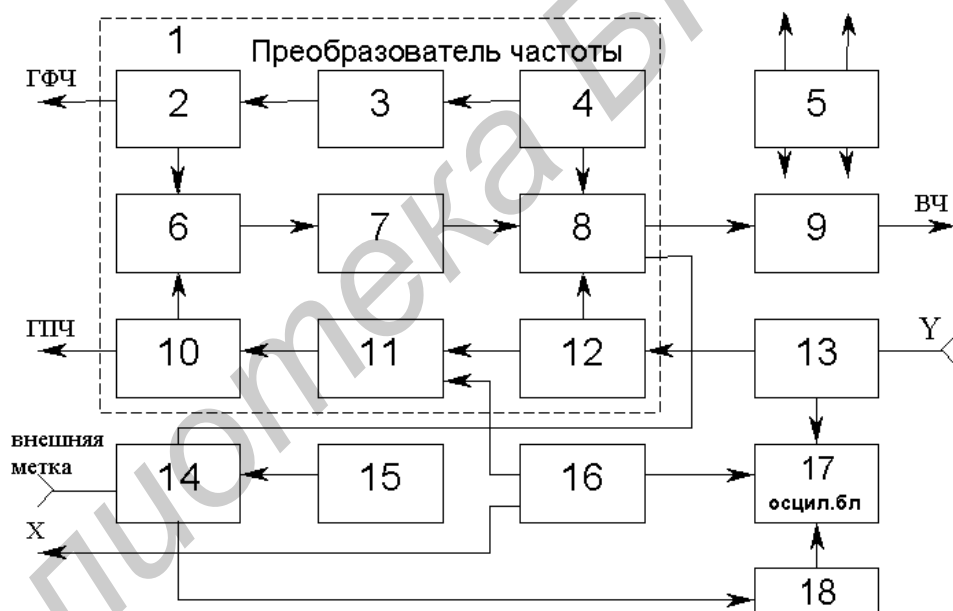


Рис.3.4. Структурная схема прибора для исследования АЧХ:

2 - генератор фиксированной частоты (ГФЧ); 3 - усилитель автоматического регулятора мощности (АРМ); 4 - детектор АРМ; 5 - блок питания; 6 - смеситель; 7 - фильтр нижних частот (НЧ); 8 - усилитель; 9 - аттенюатор; 10 - генератор перестраиваемой частоты (ГПЧ); 11 - преобразователь «U-F»; 12 - делитель частоты; 13 - УПТ; 14 - смеситель частотных меток; 15 - генератор частотных меток (ГЧМ); 16 - генератор пилообразного напряжения (ГПН); 17 - блок осциллографический; 18 - формирователь частотных меток



Синхронность перестройки частоты генератора (преобразователя частоты) и развертки индикатора достигается тем, что развертка в ЭЛТ осуществляется с помощью пилообразного напряжения, которое одновременно используется в качестве модулирующего и в преобразователе частоты. Для анализа частотных параметров используются частотные метки, вырабатываемые узлом частотных меток, который включает в себя генератор частотных меток 15, смеситель частотных меток 14 и формирователь частотных меток 18.

Диапазон рабочих частот прибора (0,1-150 МГц) формируется в преобразователе частоты смешиванием сигнала ГФЧ (2) 350 МГц с сигналом ГПЧ (10) 350-500 МГц в смесителе 6. При этом важно то, что ГПЧ управляется от ГПН (16). Сигнал разностной частоты со смесителя 6 поступает на фильтр НЧ (7), отфильтровывается, усиливается (блок 8) и подается на аттенюатор 9, с выхода которого его можно подавать на исследуемое устройство, установив предварительно необходимый уровень. Постоянство сигнала, поступающего на аттенюатор, поддерживается системой АРУ, включающей в себя блоки 3 и 4. Сигнал с исследуемого блока поступает на вход  $Y$  и далее через УПТ (13) на ЭЛТ. Таким образом, на экране ЭЛТ наблюдается фигура, которая и будет представлять собой зависимость амплитуды сигнала, прошедшего через исследуемый модуль (ось  $Y$ ), от частоты (ось  $X$ ).

### **Порядок выполнения работы**

1. Изучите описание лабораторной работы и получите допуск к работе.
2. Подготовьте прибор Х1-48 к работе, для чего установите органы управления в следующие положения: переключатель «Частота МГц» - в положение «Х1»; аттенюатор – в положение «15 дБ»; ручку «Частота МГц» - на отметку «8»; ручку «Полоса» - в крайнее правое положение; тумблер «Стоп» - в нижнее положение; переключатель «Метки МГц» - в положение «0,1»; ручку «Визир» - в крайнее левое положение; ручку «>Y» - в крайнее левое положение; потенциометр «★» - в крайнее левое положение; переключатель «Период

S» - в положение «0,08»; тумблер «Сеть» - в положение выкл.; тумблер «Упр.внешн.» - в нижнее положение.

3. Установите тумблер «Сеть» в положение «Вкл» и дайте прибору прогреться в течение 15 мин.

4. Откалибруйте индикатор: установить потенциометром « $\updownarrow$ » и « $\leftrightarrow$ » линию развертки луча (нет частотных меток) на 5-ю горизонтальную линию масштабной сетки ЭЛТ; установить потенциометром «>X», расположенным на боковой панели прибора, длину развертки до 10-й вертикальной линии масштабной сетки. Если при этом появится смещение луча по горизонтали, подрегулируйте потенциометром « $\leftrightarrow$ »; совместить ручкой « $\updownarrow$ » линию канала «Y» с визирной линией (визирная линия – это линия, на которой наблюдаются частотные метки); переместите потенциометром « $\updownarrow$ » совмещенные линии на нулевую горизонтальную линию.

5. Подключите гнездо выхода зондирующего сигнала «(→ГКЧ) кабелем через детекторную головку ко входу Y «(→) Y», ручку «Полоса» установите в крайнее правое положение, ручкой «Частота МГц» совместите отметку 8 с риской на шкале и, вращая ручку «>Y», расположите собственную АЧХ на экране ЭЛТ около 5-й горизонтальной линии.

6. Поставьте потенциометр «F» на боковой панели прибора в крайнее левое положение. Если появляется мерцание меток и провалы мощности, это свидетельствует о нормальной работе системы поиска частоты. Медленно поворачивая потенциометр «F» вправо, добейтесь устойчивой работы прибора.

7. Установите ручкой «>Y» линию канала «Y» на 8-ю горизонтальную линию и совместите с ней линию визира.

8. Переключите переключатель «Частота МГц» из положения «X0,1» в положение «X1» и «X10». Если в каждом поддиапазоне наблюдается собственная АЧХ и она совмещается с визирной линией, прибор готов к проведению измерений. Отметьте показания А1 аттенюатора «<дБ», соответствующие режиму калибровки и занесите результат в отчет.

9. Получите АЧХ СМРК, для чего соберите схему в соответствии с рис.3.5.

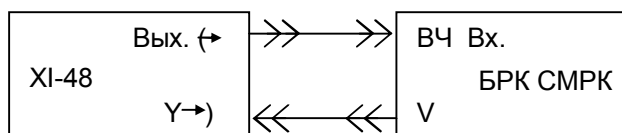


Рис.3.5.Схема измерения АЧХ СМРК

Вставьте проверяемый СМРК в замок блока БРК СМРК и поверните рычаг замка вправо до упора. Установите по шкале X1-48 с помощью ручки «Частота МГц» и переключателя поддиапазонов среднюю частоту, равную примерно 95 МГц. Установите аттенюатор X1-48 в положение 20 дБ.

Включите X1-48 и СРК СМРК соответствующими переключателями «Сеть». Включите тумблер «+12 В» на СРК СМРК. О подаче этого напряжения свидетельствует светящийся светодиод в отверстии крышки БРК СМРК;

Включите 1-ю программу и режим «Видео», нажав соответствующие кнопки на передней панели СРК СМРК. (Должны светиться светодиоды: «1 программа , I-II диапазон», «Видео» СРК СМРК);

Пользуясь органами управления X1-48 ( )>Y, «Полоса»,  $\updownarrow$ ), а также регулятором «Настройка», получите на экране X1-48 АЧХ СМРК (рис.3.6).

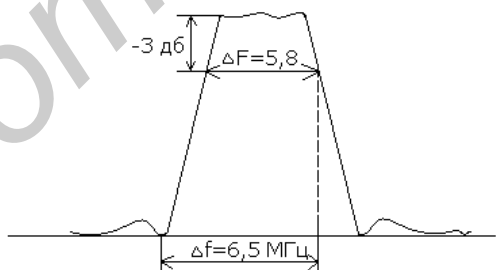


Рис.3.6. Амплитудно-частотная характеристика СМРК

Определите параметры АЧХ (полосу пропускания на уровне -3 дБ (0,707), неравномерность АЧХ, которые должны быть соответственно:  $F=5,8$  МГц,  $\delta$  (дБ)  $=20 \lg (A_{\max} / A_{\min}) < 2$  дБ.

С помощью сердечника L3 СМРК выставьте необходимую полосу АЧХ.

Проверьте работу АПЧГ СМРК для чего переключатель АПЧГ/РПЧГ СРК СМРК поставьте в положение «АПЧГ». АЧХ не должна заметно изменить свой вид.

11. Соберите схему в соответствии с рис.3.7.

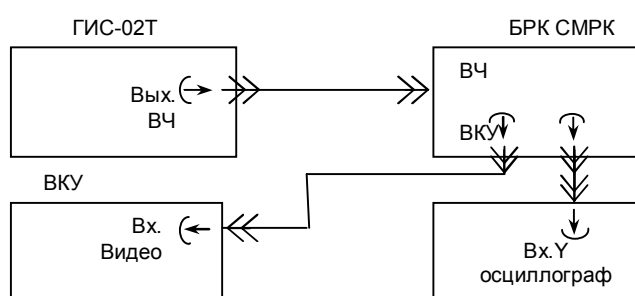


Рис.3.7. Схема для получения изображения полос «серой шкалы»

12. Получите на экране ВКУ «Электроника 404» изображение полос «серой шкалы», а на экране осциллографа – ее осциллограмму (рис.3.8), для чего:

- включите ГИС - 02Т, БРК СМРК, ВКУ, осциллограф;
  - включите на ГИС-02Т 4 канал и установите по световому индикатору ГИС сигнал «серой шкалы» (свечение 3-го окна);
  - нажмите кнопку «Видео» на коммутаторе БРК СМРК;
  - включите 1-ю программу и с помощью ручки «Настройка» СРК СМРК настройте СКМ на сигнал ГИС-02Т. При этом на экране ВКУ должно появиться изображение полос «серой шкалы», а на экране осциллографа – ступенчатый видеосигнал;
  - выставьте потенциометром R15 СМРК размах видеосигнала, равный 1,3 В;
  - включите на ГИС-02Т сигнал цветных полос (4-е окно светового индикатора).
- На экране осциллографа должен наблюдаться ступенчатый видеосигнал, модулированный сигналом цвета.

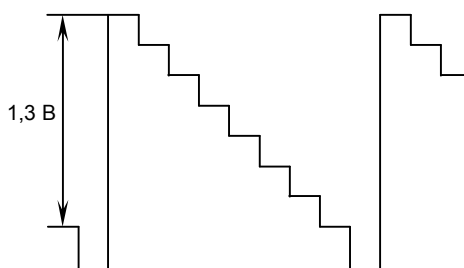


Рис.3.8. Видеосигнал с выхода СМРК

13. С помощью ключа на БРК СМРК включите режим «Бл.РК» (блокировка радиоканала), а на поле коммутатора СРК СМРК нажмите кнопку «УНЧ-1». Изображение видеосигнала на ВКУ и осциллографе должно исчезнуть, а на экране осциллографа должно появиться изображение синусоидального сигнала частотой 1кГц, что свидетельствует об исправности канала звука СМРК. Тумблер «Звук на СРК СМРК при этом должен быть установлен в положение 1.

### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Структурная схема СМРК.
3. Рисунки амплитудно-частотных характеристик.
4. Результаты измерений.
5. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Каковы основные модули телевизоров?
2. Что включает в себя модуль радиоканала, как работает submodule радиоканала?
3. Как производится регулировка амплитуды видеосигнала?
4. Как устанавливается величина задержки срабатывания АРУ и чем определяется начальное напряжение АРУ?
5. Чем обеспечивается необходимый фазовый сдвиг системы АПЧГ?
6. Как регулируется амплитуда напряжения звуковой частоты?
7. Как формируется диапазон рабочих мест прибора, обеспечивается синхронность перестройки частоты генератора и развертки индикатора?
8. Как измерить величину равномерности АЧХ и ширину полосы пропускания исследуемых устройств с помощью X1-48?

## НАСТРОЙКА И ПРОВЕРКА УЗЛОВ ЦВЕТНЫХ КИНЕСКОПОВ

### Цель работы

Изучение основных характеристик цветных кинескопов и исследование технологического процесса их проверки и настройки.

### Теоретические сведения

Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ), в том числе и кинескоп, представляют собой электровакуумный прибор, преобразующий электрические сигналы в видимое изображение, используя энергию электронного луча. По назначению приёмные трубки различают для непосредственного воспроизведения изображений и для получения изображений методом оптической проекции.

По принципу действия кинескопы подразделяют: с магнитным отклонением и фокусировкой, с электростатическим отклонением и фокусировкой, с электромагнитным отклонением и электростатической фокусировкой.

Углы отклонения электронного луча:  $70^\circ, 90^\circ, 110^\circ$ . В основе систем цветного телевидения лежат следующие физические процессы:

- оптическое разложение многоцветного изображения на три одноцветных изображения в основных цветах - красном (R), зеленом (G) и синем (B);
- преобразование трех одноцветных изображений в соответствующие им три электрических сигнала ( $E'r, E'g, E'b$ );
- передача этих трех электрических сигналов по каналу связи;
- обратное преобразование электрических сигналов изображения в три одноцветных оптических изображения - красного, зеленого, синего цветов;
- оптическое сложение трех одноцветных изображений в одно многоцветное.

По способу получения цветного изображения кинескопы делятся на следующие группы: с теневой маской (масочные), с теневой решёткой - тринитроны, сеточные - хроматроны, индексные. Наиболее широко распространён и предпочтителен масочный тип кинескопа, так как позволяет получить цветное изображение высокого качества.

Среди них различают кинескопы с треугольным и линейным расположением электронных прожекторов. У кинескопов с треугольным расположением прожекторов (типа "дельта") прожекторы находятся в вершинах равностороннего треугольника. У кинескопов с линейным расположением прожекторов (типа "инлайн" или с самосведением) их центры расположены на одной линии.

Основными узлами кинескопа, предназначенного для приёма цветного изображения, являются стеклянный баллон 1, три электронно-оптических прожектора (2 – синий, 3 – зелёный, 4 – красный), формирующих электронные лучи возбуждающие соответствующие люминофоры, теневая маска 5, экран 6, образованный люминофорами с тремя цветами свечения, и система взрывозащиты 7 (рис.4.1).

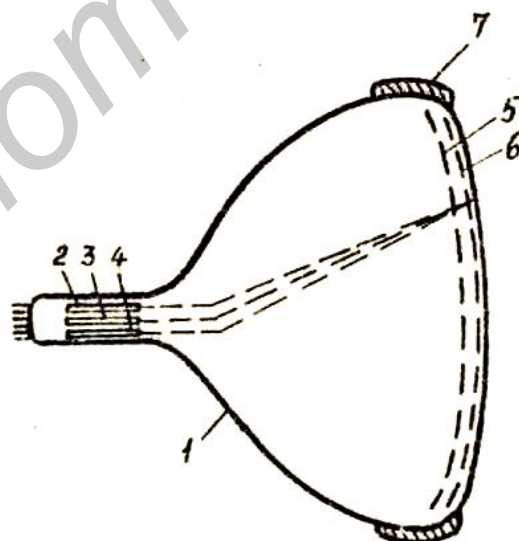


Рис.4.1. Устройство цветного кинескопа

Каждый электронный прожектор цветного телевизора состоит из катода с подогревом 1, модулятора 2, ускоряющего электрода 3, фокусирующего электрода 4 и анода 5. Подогреватели катодов соединены параллельно. Фокуси-

рующие электроды прожекторов соединены вместе. За анодами трёх прожекторов установлен общий цилиндр 7, в котором имеются полюсные наконечники 6, каждая пара которых охватывает соответствующий луч (рис.4.2).

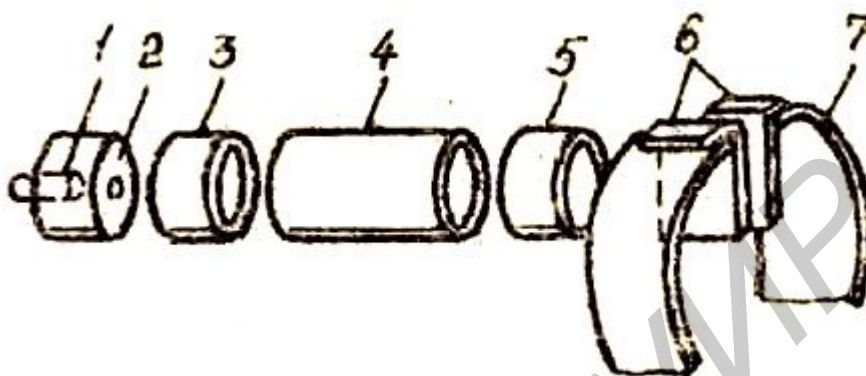


Рис.4.2. Электронный прожектор

Катод, модулятор и ускоряющий электрод образуют первую линзу; она фокусирует электроны, эмиттируемые катодом с разными скоростями и направлениями и формирует плоскость скрещения, в которой электронный луч имеет минимальное сечение.

Ускоряющий электрод и анод образуют вторую линзу, которая уменьшает угол расхождения луча за плоскостью скрещения. Анод имеет высокий потенциал. Вместе с фокусирующим электродом он образует третью - главную проекционную линзу, которая отображает плоскость скрещения на экран кинескопа. Регулировка фокусировки луча обеспечивается изменением напряжения на фокусирующем электроде.

Анод электрически соединён с экраном с помощью графитового электропроводящего покрытия (аквадага). С внешней стороны кинескоп тоже имеет проводящее покрытие, соединенное с шасси прибора. Таким образом, получается своеобразный конденсатор, обкладками которого являются внутреннее и внешнее покрытия ЭЛТ, а диэлектриком - стекло. Этот конденсатор служит для фильтрации высокого напряжения и препятствует возникновению помех в области вещательного диапазона, возникающих при работе генератора строчной развертки.



В кинескопах в качестве источника электронов используется оксидный катод, который обеспечивает эмиссию при относительно низких температурах 780 - 820 °С. Один из элементов торцевого катода косвенного накала (керн) представляет собой полукулачковую гильзу с плоским дном. На внешнюю поверхность дна гильзы нанесён оксидный слой, а внутри гильзы размещён, подогреватель. Небольшие расстояния между керном и подогревателем требуют высокой точности сборки. Оксидное покрытие закрепляется на керне специальным составом. Для нормальной работы катода необходимо обеспечить избыточное количество бария в оксидном слое. Долговечность катода, а значит, и долговечность кинескопа зависит от тока катода в процессе эксплуатации и от баланса физико-химических процессов в колбе. Обеспечение "бариевого баланса" является сложной задачей при изготовлении кинескопа.

В непосредственной близости от катода расположен модулятор. Расстояние модулятор-катод является особенно важным параметром прожектора. Оно устанавливается с точностью 0,01 мм и составляет от 0,08 до 0,2 мм. Модулятор имеет отрицательный потенциал по отношению к катоду. Изменения потенциала модулятора очень сильно влияют на значение тока катода. Центральную часть поверхности катода, потенциал которой положителен, называют действующей поверхностью катода. При увеличении отрицательного напряжения модулятора действующая поверхность катода уменьшается и стягивается в точку. Напряжение модулятора, при котором ток луча становится равным нулю, называется напряжением запирающего поля ( $U_3$ ). При запирающем поле создаётся у всей поверхности катода. Зависимость тока катода ( $I_k$ ) от напряжения модулятора ( $U_m$ ) (модуляционная характеристика) имеет вид

$$I_k = K (U_m - U_3)^V / |U_3|, \quad (4.1)$$

где  $K$  - постоянная величина,  $V = 2 - 3,5$  в зависимости от параметров электронного прожектора и режима его работы. Устанавливая для каждого прожектора свой режим, можно добиться одинакового значения этого параметра для трёх прожекторов кинескопа.

Модуляционная характеристика (рис.4.3) снимается при заданных напряжениях ускоряющего электрода и анода.

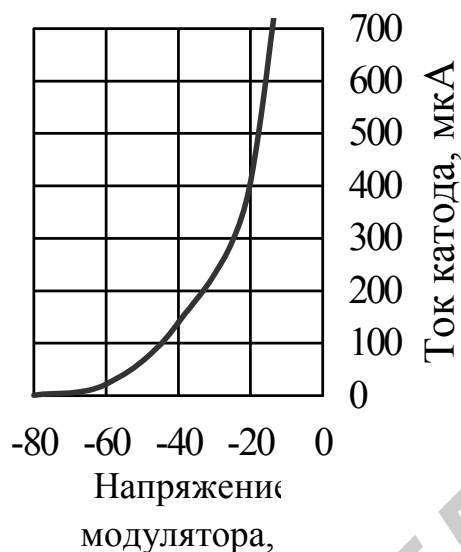


Рис.4.3. Модуляционная характеристика прожектора

Разность между напряжением запирающим и напряжением модулятора, при котором обеспечивается заданный ток луча, называется напряжением модуляции ( $U_m$ ). При повышении напряжения ускоряющего электрода увеличивается напряжение запирающего и крутизна модуляционной характеристики. Чем выше крутизна модуляционной характеристики, тем меньше модуляция. Невысокая модуляция позволяет работать с малым уровнем видеосигнала.

Наиболее ответственным элементом ЭЛТ, от которого зависит яркость, цвет, контрастность изображения, спектральный состав, инерционные свойства, светоотдача, является люминесцирующий слой, или люминофор. Яркость свечения экрана зависит от химического состава и структуры люминофора и определяется условиями его возбуждения, т.е. величиной тока луча и ускоряющего напряжения. Люминофор покрывают тонкой пленкой алюминия со стороны электронно-оптической системы. Это позволяет значительно повысить яркость и контрастность экрана. Тонкий слой алюминия как зеркало возвращает свет, создаваемый зернами люминофора, в сторону зрителя и в то же время свободно

пропускает электроны к люминофору. Кроме того, повышается отношение наиболее светлого участка к наиболее темному (контрастность).

Отпадает также необходимость применения ионной ловушки, т.к. алюминиевое зеркало свободно пропускает легкие электроны, обладающие большой энергией, и является непреодолимым препятствием для тяжелых ионов, тем самым защищая люминофор от разрушения.

Цвет свечения зависит от состава применяемого люминофора и может быть получен любым. С физиологической точки зрения наиболее приемлемым является белый цвет, поэтому все кинескопы черно-белого изображения изготавливают с белым свечением экрана (иногда с голубоватым или фиолетовым оттенком).

Экраны кинескопов для цветного изображения наносят из люминофоров красного, синего, зеленого свечения, обеспечивающих при определенных условиях получение белого цвета. Любой люминофор после прекращения бомбардировки не сразу прекращает свечение, т.е. обладает инерционностью. Время послесвечения - очень важный параметр и для телевизионных кинескопов выбирается из соображений длительности передачи одного кадра:

$$t_n \leq t_k, \quad (4.2)$$

где  $t_n$  - длительность послесвечения;  $t_k$  - длительность одного кадра.

В противном случае будет "смазываться" изображение из-за наложения изображений последующего кадра на предыдущий.

В кинескопе с трехцветным мозаичным экраном и теневой маской применяются три электронные пушки, которые расположены в основании горловины кинескопа в вершинах углов равностороннего треугольника. Угол наклона пушек относительно оси кинескопа  $1 \pm 2'$ . Каждая пушка возбуждает свечение только одного люминофора.

Экран кинескопа с внутренней стороны покрыт мозаичным слоем точечной структуры из люминофоров, светящихся красным, синим и зеленым цветом. Точки люминофора расположены в вершинах равностороннего треуголь-

ника, образуя триады (рис.4.4). В кинескопе число триад составляет 550 тысяч, а общее число точек 1650000. Чередование люминофоров в каждом из горизонтальных рядов происходит в определенной последовательности: красный, зеленый, синий и т.д.

Для воспроизведения цветного изображения необходимо совместить три цветодельных изображения (красное, синее, зеленое) на одном экране. Чтобы электронных лучей каждой пушки попадал на люминофор только одного цвета и не возбуждал другие точки, доступ к ним преграждается теневой маской, которая устанавливается на расстоянии 15 мм от экрана и представляет собой тонкий стальной лист сферической формы толщиной 0,15 мм с числом отверстий, равным числу триад. Форма отверстий - коническая с большим диаметром, обращенным к экрану.

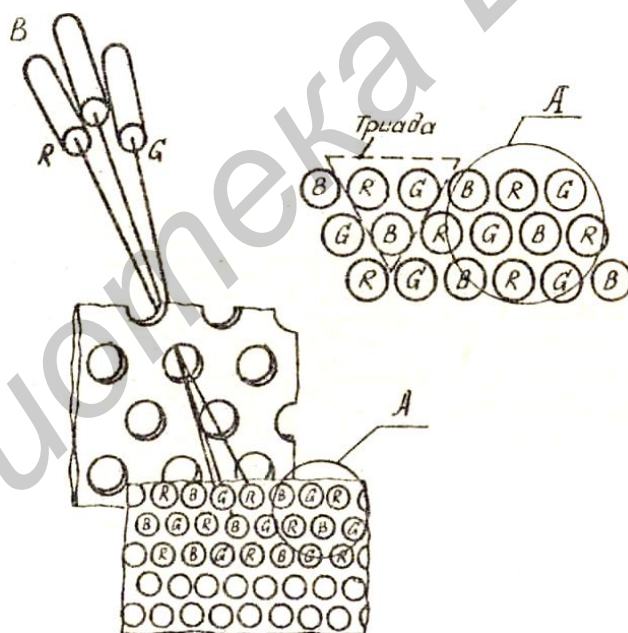


Рис.4.4. Ход электронных лучей в дельтаобразной системе

Во время работы маска значительно нагревается, так как задерживает около 85% электронов луча. В конструкции кинескопа применяют специальные меры (закрепление на массивной раме, чернение маски и рамы), чтобы при прогреве маски из-за её деформации не нарушилась чистота цветов на экране. От качества отверстий и поверхности маски зависят четкость изображения и чистота цве-

та. При одновременной бомбардировке люминофоров одной триады электронными лучами трех пушек происходит пространственное смешение цветов, в результате чего получается светящееся пятно, цвет которого зависит от токов электронных пушек. Если три цветовых сигнала подать на катоды соответствующих электронных пушек кинескопа, то электронный луч создаст изображение в первичном цвете. Первичные изображения смешиваются в зависимости от соотношения красного, зеленого и синего цветов и на экране получается цветное или черно-белое изображение.

Для устранения неточности установки арматуры электронных пушек и маски кинескоп снабжается устройствами, с помощью которых траектории электронных лучей корректируются. К таким устройствам относятся: узел статического и динамического сведения лучей, магнит чистоты цвета и магнит синего луча. Магниты статического сведения дают возможность свести все три луча в одну точку.

Вследствие неточности установки арматуры электронных пушек, рассмотренные устройства обеспечивают сведение в одной точке только двух лучей. При этом красный и зеленый совмещаются всегда. Синий может не совместиться с уже сведенными красным и зеленым, т.к. перемещаясь под действием магнита статического сведения по вертикали, он может отклониться влево или вправо от точки сведения зеленого и красного лучей. Точное сведение всех трех лучей достигается применением еще одного магнита - магнита бокового смещения синего луча, расположенного сзади системы статического сведения. Таким образом, за счет четырех постоянных магнитных полей обеспечивается такое пространственное независимое перемещение каждого электронного луча, при котором компенсируется неизбежная неточность сборки кинескопа.

При отклонении лучей от центра экрана к его краям лучи в процессе развертки могут не сходиться во всех точках поверхности маски, т.к. поверхность маски имеет радиус кривизны, более чем в двое превышающий расстояние от центра отклонения до экрана ( $L$ ). Задачу сведения лучей при их отклонении в про-

цессе развертки выполняет динамическое сведение, которое осуществляется с помощью электромагнитов, катушки которых размещены на П-образных ферритовых сердечниках. Обмотки электромагнитов питаются током параболической формы, образуя три корректирующих магнитных поля, которые замыкаются через полюсные наконечники, расположенные внутри горловины кинескопа.

На каждом магнитопроводе намотаны по две пары соединенных последовательно строчных и кадровых катушек сведения. Формирование корректирующих токов происходит в специальной схеме блока динамического ведения. Кроме описанных устройств на горловине кинескопа размещен магнит чистоты цвета, который служит для установки оси каждого электронного луча таким образом, чтобы луч входил в каждое отверстие теневой маски под правильным углом. При этом при работе только красной пушки на экране должен наблюдаться красный растр и т.д.

Следует отметить, что на электронные лучи оказывают влияние внешние магнитные поля (поле Земли), сдвигая их на соседние точки люминофора, что в свою очередь приводит к искажению цвета. Для уменьшения этого влияния внешних полей осуществляется экранировка кинескопа, а телевизор снабжается размагничивающим устройством - петлей размагничивания, которая создает синусоидальное убывающее по величине электромагнитное поле.

Для устранения перечисленных недостатков разработан кинескоп с планарно расположенными электронными пушками. Такие кинескопы не нуждаются в дополнительном совмещении лучей внешними органами сведения (кинескопы с самосведением), требуется лишь небольшая коррекция.

Основные отличия кинескопов с планарным расположением электронных пушек от дельтообразного расположения показаны на рис.4.5.

Экран кинескопа со щелевой маской состоит из чередующихся полосок люминофоров трёх цветов, которые ориентированы вертикально для предотвращения влияния магнитного поля Земли. Ширина щелей, размеры перемычек

выбираются из условий получения высокой яркости, разрешающей способности и хорошей чистоты цвета. Прозрачность щелевых масок достигает 25%.

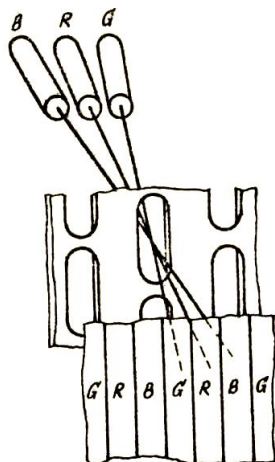


Рис.4.5.Ход электронных лучей в планарной системе

Самосведение лучей в кинескопе достигается тем, что при изготовлении отклоняющей системы распределение витков в ней подбирается таким образом, что обеспечивается специальная конфигурация отклоняющего поля, при которой по всей поверхности экрана лучи "самосводятся" в одну точку.

### **Описание лабораторной установки**

Лабораторная установка представляет собой заводской стенд, предназначенный для проверки узлов, обеспечивающих сведение лучей и чистоту цвета цветных кинескопов (установка проверки узлов сведения и кинескопа - УПУС и К) и обеспечивает контроль:

- разрешающей способности кинескопа по сигналу ТИТ 0349, чистоту полей в каждом из основных цветов по сигналу "чистое поле";
- напряжения на ускоряющем электроде кинескопа;
- тока лучей кинескопа;
- проверку правильности распайки ОС;
- автоматическое или ручное размагничивание кинескопа;
- снятия остаточного заряда с кинескопа.

Схема установки УПУСиК (рис.4.6) состоит из следующих блоков:





ми. Контроль тока лучей кинескопа осуществляется миллиамперметром с пределом 2мА, расположенном в измерительном блоке или блоке ПСТК. Контроль напряжения на ускоряющем электроде осуществляется микроамперметром М 93 с добавочными резисторами (косвенным путем).

Автоматическое размагничивание кинескопа осуществляется с помощью блока автоматического размагничивания (БАР) при установке рычага механической блокировки в положение "Вкл". Сигнал "сетчатое поле" или "чистое поле" проходит через видеотракт через каскад согласования пульта управления, видеоусилитель.

Для проверки правильности распайки ОС в схему введен компаратор прозвонки ОС. В случае правильной распайки ОС загорается лампочка на коммутаторе прозвонки, что является сигналом для дальнейшей работы на установке.

Установка конструктивно выполнена в начальном варианте и состоит из функционально законченных конструктивных узлов: блокировочного устройства (БУ); блока измерительного (БИ); поворотного-прижимного устройства с устройством размагничивания; пульта управления (ПУ); видеоусилителя (ВУ УПИМ ЦТ); коммутатора прозвонки; источников питания; блока разверток (БР); блока автоматического размагничивания (БАР); вентилятора.

Блокировочное устройство обеспечивает разряд остаточного высоковольтного заряда. Включение кнопок блокировок осуществляется соответствующими кулачками, закрепленными на оси, связанной с ручкой включения и отключения устройства. Блок измерительный выполнен из электроизоляционного материала. В левом отсеке расположен прибор для измерения напряжения на ускоряющем электроде кинескопа, в правом - прибор для измерения тока анода кинескопа. Поворотное устройство обеспечивает поворот кинескопа на 180 град. с фиксацией в двух положениях.

На пульте управления расположены органы управления с соответствующей гравировкой: тумблер включения сети и лампа индикации, ключ коммутации

входного видеосигнала, кнопка включения тока размагничивания, три выключателя цветов, регулировки яркости и контрастности, фокуса.

Телевизионный блок разверток установлен на вертикальной откидной панели установки (в левой части стенда). Коммутатор прозвонки ОС выполнен в виде отдельного блока, закрепленного на угольнике поворотного устройства. На нем закреплено контактное устройство и лампа индикации правильности распайки ОС.

Источники питания ИП и ИП МР выполнены отдельными блоками и являются блоками питания телевизионных приемников. Установлены с тыльной стороны каркаса установки. На горизонтальной панели установлены органы регулировки фокуса и напряжения на ускоряющем электроде кинескопа. БАР расположен сзади рядом с блоком питания.

### **Порядок выполнения работы**

1. Изучите устройство установки УПУСиК по структурной схеме.
2. Подсоедините земляную шину к корпусной клемме установки.
3. Подключите к соединителю СР-50, находящемуся на левой боковой панели установки, сигнал генератора ГИС 02Т.
4. Проверьте положение рычага механических блокировок и установите его в положение "Выкл."
5. Выключите тумблер "Сеть" на ПУ.
6. Включите шнур питания установки в розетку электросети.
7. Закрепите кинескоп с узлами сведения и ОС на поворотном устройстве.
8. Подключите соединитель ОС к коммутатору прозвонки ОС.
9. Переключите тумблер "Сеть" на ПУ в положение "Вкл". При этом должна загореться лампа, включиться вентилятор и лампочка "ОС исправна" на коммутаторе прозвонки.
10. Подключите к цоколю кинескопа переходной кабель.
11. Подсоедините высоковольтный провод к выводу 2-го анода кинескопа.

12. Переведите плавно рычаг механических блокировок в положение на себя в вертикальное положение (вверх). При этом должны:

- погаснуть лампа "ОС исправна";
- засветиться табло "осторожно, высокое напряжение";
- засветиться экран кинескопа;
- включиться устройство автоматического размагничивания (через 5-10 с отключается).

13. Произведите проверку кинескопа и узлов, обеспечивающих сведение и чистоту цвета, используя магнитоэстатическое устройство (МСУ) кинескопа с самосведением (рис.4.7). МСУ представляет собой каркас, на котором укреплены магниты, обеспечивающие настройку (сведение) лучей кинескопа и чистоты цвета. Передняя пара магнитов МСУ обеспечивает регулировку чистоты цвета. Средняя пара магнитов перемещает только синий луч относительно зеленого (условно неподвижного) для их сведения в центре экрана.

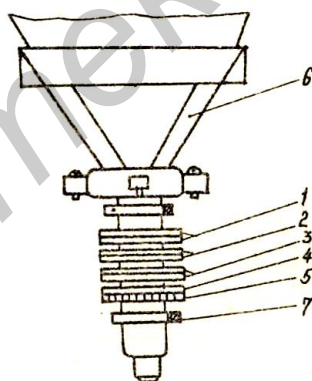


Рис. 4.7. МСУ для кинескопов с самосведением:

- 1 - магниты чистоты; 2 - магниты сведения синего луча; 3 - магниты сведения красного луча; 4 - магнит коррекции синего и красного лучей;  
5 - зажимная гайка; 6 - ОС; 7 - хомут МСУ

Задняя пара перемещает только красный луч и используется для сведения красного и зеленого лучей в центре экрана. Магнит коррекции обеспечивает коррекцию сведения синего и красного лучей.

Выполните следующие действия:

- а) подать от генератора ГИС-02Т сигнал "белое поле";
  - б) включить растр зеленого поля, выключив, красный и синий лучи с помощью соответствующих выключателей на ПУ;
  - в) убедиться, что ОС придвинута вперед до упора в конус. Ослабить зажимную гайку МСУ;
  - г) установить кольца магнитов чистоты цвета (передняя пара, ближайшая к ОС) так, чтобы их выступы были совмещены и направлены вверх или вниз;
  - д) начиная с этого положения разводить выступы колец на равное расстояние друг относительно друга от вертикальной оси, добиваясь оптимальной чистоты цвета зеленого поля;
  - е) включить сигнал генератора ГИС-02Т "сетчатое поле" и добиться оптимальной фокусировки на зеленом поле с помощью ручки "фокус" при среднем положении регуляторов "яркость" и "контрастность";
  - ж) включить красный и синий лучи;
  - и) развернуть выступы центральной пары магнитных колец на их ширину и вращать центральную группу магнитов как единый блок до получения минимального расстояния между синими и зелеными линиями в центре экрана. Разведя выступы этих же колец, добиться, чтобы синие и зеленые линии свелись в центре;
  - к) раздвинуть между собой выступы задней группы колец на ширину одного выступа. Поворотом всей группы (как блоком) уменьшить разведение красных, синих и зеленых линий в центре (пятен). Изменяя расстояние между выступами, свести красные, синие и зеленые линии в центре экрана.
- Примечание. Если сведения в центре не удастся достигнуть, то повернуть кольцо корректора 4 на 90 град. и повторить п.п. "и", "к";
- л) проверить визуально наличие оптимальной чистоты цвета в R, B, G полях. При необходимости провести дополнительную регулировку чистоты и статического сведения; затянуть зажимную гайку МСУ.

14. Проведите следующим образом динамическое сведение лучей.

Подать сигнал "сетчатое поле" на красном и синем лучах (выключить на ПУ зеленый луч).

15. Произвести регулировку погрешности сведения типа "перекрещивание боковых лучей" (рис.4.8), для чего:

а) отпустить регулировочные винты 2, 4, 8 отклоняющей системы (рис. 4.7);

б) смещением фланца 10 хвостовика ОС перемещать его относительно горловины кинескопа, обеспечивая наилучшее симметричное сведение по горизонтали центральных вертикальных линий боковых лучей на экране. Достигнув наилучшего сведения, затянуть винт 4.

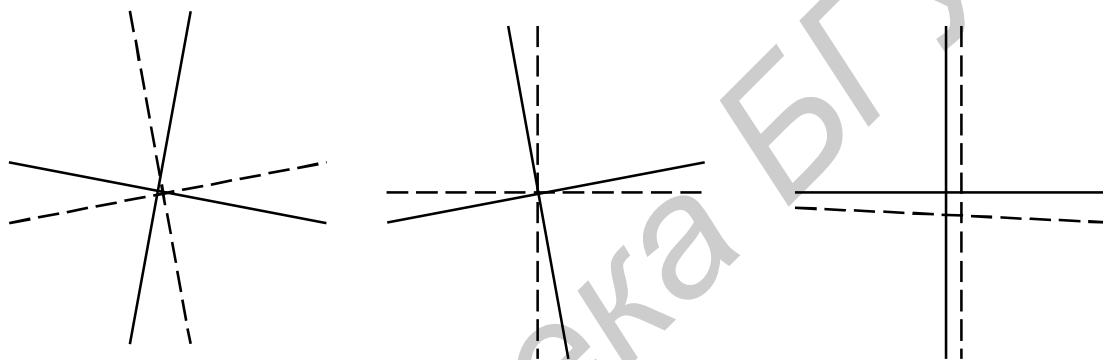


Рис.4.8.Совмещение красного и синего лучей:

——— синий луч ----- красный луч

16. Произвести регулировку погрешности сведения типа "неодинаковый размер растров боковых лучей", для чего отпустить регулировочные винты 2, 8 (рис 4.9) и смещением фланца хвостовика ОС перемещать ее относительно горловины на горизонтали, обеспечивая оптимальное сведение по вертикали крайних горизонтальных, а по горизонтали - крайних вертикальных линий боковых лучей.

17. Проверить визуально наличие оптимальной чистоты цвета в красных, синих и зеленых полях. При необходимости, ослабив винт крепления хомута ОС 6, смещением ОС вдоль горловины кинескопа добиться оптимальной чистоты цвета.

18. Настройка кинескопа считается достигнутой, если неоднородность цветности визуально незаметна, а величина остаточного несведения в контрольных точках экрана не превышает величин, указанных на рис.4.10.

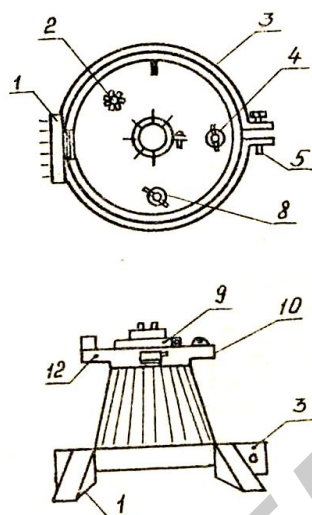
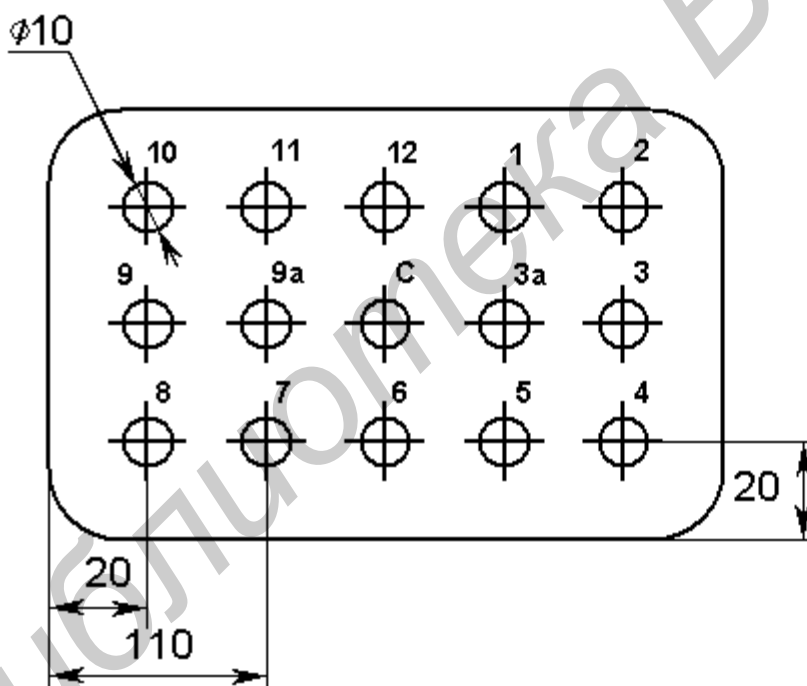


Рис. 4.9. Отклоняющая система



Зоны  
 $c \leq \alpha 4; 3, 6, 9, 12$   
 $\leq 1, 3;$   
 $1, 5, 7, 11 \leq 1, 5;$

Рис. 4.10. Допустимая неоднородность несведения

Измерение погрешностей сведения лучей осуществляют с помощью штангенциркуля с точностью изменения 0,1 мм. При этом измеряют расстояние между серединами максимально разнесенных цветных линий в вертикальном и горизонтальном направлениях.

По окончании работы выключение установки произведите в следующей последовательности:

- переведите плавно рычаг механических блокировок в положение "Выкл." при этом снятие остаточного заряда определяется по характерному щелчку;
- выключите напряжение сети.

### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Структура электронного прожектора и МСУ кинескопа с самосвечением.
3. Структурная схема лабораторной установки.
4. Результаты измерений погрешности несвечения лучей.
5. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Каковы основные узлы цветного кинескопа?
2. Как устроен электронный прожектор?
3. Каковы особенности катодного узла кинескопа?
4. Какие требования предъявляются к люминофору?
5. Каков ход лучей в дельтаобразном кинескопе?
6. Каков ход лучей в планарном кинескопе?
7. Как провести измерение модуляционной характеристики кинескопа?
8. Как выполнить регулировку чистоты цвета и статистические сведения лучей?
9. Как проводится регулировка динамического сведения лучей?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бытовая радиоэлектронная техника: Энциклопедич. справочник / Под ред. А.П. Ткаченко. – Мн.: Беларуская энцыклапедыя, 1995.
2. Городилин В.М., Городилин В.В. Регулировка радиоаппаратуры. – М.: Высш. шк., 1992.
3. Громов Н.В. Телевизоры цветного изображения. – Лениздат, 1987.
4. Игнатович В.Г., Митюхин А.И. Регулировка и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры. – Мн.: Выш. шк., 1992.
5. Лукин Н., Корякин-Черняк С., Янковский С. Практическая схемотехника современных телевизоров. – М.: Наука и техника, 1996.
6. Пароль Н.В. Кинескопы. – М.: Радио и связь, 1984.
7. Свиланс М.П. Настройка радиовещательных приемников при массовом производстве. – М.: Энергия, 1971.
8. Соболевский А.Г. Измерения при настройке радиоаппаратуры. – М.: 1980.
9. Справочная книга радиолюбителя-конструктора / Под ред. Н.И. Чистякова. – М.: Радио и связь, 1990.
10. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник / А.П. Достанко, В.Л. Ланин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев; Под общ. ред. А.П. Достанко. – Мн.: Выш. шк., 2002.



Учебное издание

**Собчук Николай Сергеевич,**  
**Ланин Владимир Леонидович,**  
**Пипко Генрих Моисеевич**

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

по дисциплинам

«Настройка и регулировка РЭС»,  
«Технология РЭУ и автоматизация производства»

для студентов специальности  
“Проектирование и производство РЭС”  
всех форм обучения

Редактор Е.Н. Батурчик  
Компьютерная верстка Е.Г. Реут

---

Подписано в печать 12.11.2003.	Формат 60x84 1/16.		
Бумага офсетная.	Печать ризографическая.	Гарнитура Times.	
Усл. печ. л. 3,6.	Уч.- изд. л. 3,0.	Тираж 100 экз.	Заказ 359.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
Лицензия ЛП № 156 от 30.12. 2002.  
Лицензия ЛВ № 509 от 03.08. 2001.  
220013, Минск, П. Бровки, 6.