

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ ИМ. С. П. КОРОЛЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА  
СПЕЦИАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ  
( лабораторная работа)

Куйбышев 1986

Приводятся краткие теоретические основы эксперимента, описание системы схем, описание лабораторной работы с перечнем контрольных вопросов.

Настоящая лабораторная работа "Исследование генератора цветных полос" по курсу "Телевидение" предназначена для студентов радиотехнического факультета Кузнецкого авиационного института.

Составитель Галина Васильевна Гецина

Ц е л ь р а б о т ы - изучить основные характеристики цвета; систему СЕКАМ; структурную и принципиальную схемы генератора цветных полос; исследовать раосту олока цветности телевизионного приемника.

ВНИМАНИЮ СТУДЕНТОВ !

1. До выполнения лабораторной работы каждый студент должен во внесудиторной время изучить теоретические основы.
2. Перед выполнением лабораторной работы необходимо сдать коллоквиум. Только после этого студент допускается до выполнения лабораторной работы.
3. начало лабораторной работы, включение приборов и телевизионного оборудования производить только с разрешения преподавателя.
4. по окончании лабораторной работы показать преподавателю результаты эксперимента и только после положительной оценке результатов выключить аппаратуру и привести рабочее место в исходное состояние.

## I. Т е о р е т и ч е с к и е о с н о в ы э к с п е р и м е н т а

Колориметрия - наука о цветах - составляет одну из основ цветного телевидения (ЦТ).

Установлено, что любой цвет  $F$  может быть выражен не стиличимо от него на глаз смесь и описан колориметрическим уравнением цвета

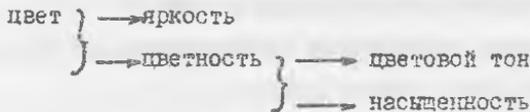
вида 
$$F = z'R + g'G + b'B, \quad (1.1)$$

где  $R, G, B$  - символы основных цветов красного, зеленого и синего соответственно;  $z', g', b'$  - их количества или модули.

Основными цветами называются три линейно независимые цвета, то есть

такие, один из которых нельзя получить сложением двух других. Модули могут быть выражены в ваттах (энергия), в кд/м<sup>2</sup> (яркость), в люменах (световой поток), но удобнее всего выражать их в количествах цветов. В этом случае символы  $R, G, B$  следует трактовать как наименование единиц измерений, подобных люминам, ваттам и т.д.

В колориметрии цвет определяется тремя величинами: яркостью, цветовым тоном и насыщенностью. Цветовой тон и насыщенность часто объединяются в одно понятие - ЦВЕТНОСТЬ. Таким образом,



ЯРКОСТЬ любого цвета является количественной характеристикой цвета. Качественно одинаковые цвета, но обладающие разной светлотой, вызывают различные зрительные ощущения. например, светло-серый, темно-серый цвета являются теми же белым цветом, но разной светлоты.

ЦВЕТНОСТЬ есть качественная характеристика цвета.

Чтобы от цвета перейти к цветности, надо исключить количественную меру цвета, т.е. яркость; для этого следует заменить абсолютные значения координат (1.1) на относительные, взятые по отношению к их сумме  $m$ , где  $m = z' + g' + b'$ ; относительные коэффициенты, называемые трехцветными коэффициентами, равны

$$z = \frac{z'}{m}; \quad b = \frac{b'}{m}; \quad g = \frac{g'}{m};$$

Сумма трехцветных коэффициентов всегда равна единице:

$$z + b + g = 1 \quad (1.2)$$

таким образом, от колориметрического уравнения цвета (1.1) перейдем к колориметрическому уравнению цветности (1.2).

из (1.2) следует, что при передаче достаточно формировать два цвета из трех, а третий цвет получить вычитанием из единицы суммы двух

слагаемых цветов, например,  $g = 1 - (z + v)$ .

НАСЫЩЕННОСТЬ - это субъективно воспринимаемый признак цвета, выражающий степень отличия его от белого той же яркости. Численно определяется чистотой цвета "P", которая равна отношению яркости спектрального цвета  $B_\lambda$ , входящего в смесь, к полной яркости смеси B :

$$P = \frac{B_\lambda}{B} = \frac{B_\lambda}{B_\lambda + B_E},$$

где  $B_E$  - яркость белого цвета входящего в смесь.

по определению насыщенность максимальна для спектральных цветов ( $P = 1$ ) и минимальна для белого цвета ( $P = 0$ ).

ЦВЕТОВОЙ ТОН - это субъективно воспринимаемый признак цвета, который позволяет отнести его по схожести к тому или иному спектральному или пурпурному цвету. Численно он определяется доминирующей длиной волны, то есть волны монохроматического излучения, которое в смеси с белым дает данный цвет.

Итак, зрительное ощущение цвета определяется светлотой, цветовым тоном, насыщенностью, а цвет самого излучения характеризуется яркостью, доминирующей длиной волны и чистотой цвета.

Следовательно, и с физиологической и с физической точек зрения цвет является трехмерной величиной. Поэтому в ЦТ необходимо обеспечить передачу информации о тех параметрах каждой точки изображения, в отличие от черно-белого ТВ, где достаточно передавать только одну информацию, информацию о яркости.

Полная информация о цвете в ЦТ должна передаваться тремя независимыми сигналами, которыми могут быть сигналы основных цветов приемника  $E_R, E_B, E_G$  или сигналы определяющие яркость и цветность. По ряду причин, главной из которых является совместимость, в большинстве ТВ системах используют второй вариант.

Треование совместимости диктуется технико-экономическими условиями внедрения вещательной системы ЦТ и означает:

- возможность приема (нормально) цветных передач в черно-белом виде на существующие черно-белые телевизоры ("прямая совместимость");
- возможность нормального приема черно-белого изображения на цветные приемники ("обратная совместимость");
- возможность передачи сигнала ЦТ в полосе частот черно-белого телевидения ("профессиональная совместимость").

Очевидно, что в совместимой системе ЦТ необходимо иметь сигнал, который создавал бы нормальное черно-белое изображение с правильной передачей градаций яркости цветного объекта. Этот сигнал называется ЯРКОСТНЫМ СИГНАЛОМ и обозначает  $E_Y$ .

Яркостный сигнал определяется суммой трех сигналов основных цветов  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$  с соответствующими модулями:

$$E_Y = 0,3 E_R + 0,59 E_G + 0,11 E_B \quad (1.3)$$

При передаче черно-белого объекта и его воспроизведении достаточно иметь сигнал только в яркостном канале  $E_Y$ , но при выборе в качестве сигналов цвета основных цветов, несмотря на отсутствие цветных деталей в изображении, сигналы в канале цветности не будут равны нулю, так как согласно (1.3) красный сигнал имеет 30% информации о яркости, зеленый - 59% и синий - 11%. Иными словами, будет дублироваться информация о яркости по каналам цветности, дополнительно загружая их, и создавая помехи на экране телевизора, и ухудшая тем самым совместимость. Чтобы исключить яркостную составляющую из каналов цветности, яркостный сигнал вычитается из правой и левой частей (1.3), тогда

$$0 = 0,3(E_R - E_Y) + 0,59(E_G - E_Y) + 0,11(E_B - E_Y) \quad (1.4)$$

Сигналы  $E_R - E_Y$ ,  $E_G - E_Y$ ,  $E_B - E_Y$ , называются цветоразностными и обозначаются  $E_{R-Y}$ ,  $E_{G-Y}$ ,  $E_{B-Y}$ . При этом помехи яркостного характера, к которым глаз особо чувствителен, будут оказываться только в канале "У" при воспроизведении черно-белого изображения.

Согласно (1.2) необходимо из трех цветоразностных сигналов вы-

рать для передачи два. Решая уравнение (1.4) относительно каждого цветоразностного сигнала получим

$$\begin{aligned} E_{с-у} &= -0,51 E_{к-у} - 0,19 E_{к-г}; \\ E_{к-г} &= -1,97 E_{с-у} - 0,37 E_{к-у}; \\ E_{к-у} &= -2,73 E_{с-у} - 5,4 E_{к-г}. \end{aligned} \tag{1.5}$$

При сравнении трех уравнений видно, что сигнал  $E_{с-у}$  меньше, чем сигналы  $E_{к-у}$  и  $E_{к-г}$ . Поэтому для лучшей помехоустойчивости целесообразно в приемник передавать сигналы  $E_{к-у}$  и  $E_{к-г}$ . Это решение подтверждается и с физиологической точки зрения.

Таким образом, полную информацию о передаваемом цветном изображении можно закодировать в трех составляющих:  $E_y$ ,  $E_{к-у}$  и  $E_{к-г}$ . Условно называемых основными цветами передачи. Третий цветоразностный сигнал может быть получен из двух других по выражению (1.5). Эта операция выполняется матрицей.

## 2. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ СЕКАМ

Получение изображения в цветном телевидении основано на известных методах смещения основных цветов - красного, зеленого и синего. Существующие в настоящее время цветные вещательные системы различаются в основном способами передачи сигналов по каналу связи. В Советском Союзе для телевизионного вещания принята система ЦТ СЕКАМ. Эта система является последовательной с запоминанием и как другие вещательные системы является совместимой с системой черно-белого изображения. Основные идеи, используемые в системе СЕКАМ, следующие: во избежания взаимных влияний цветоразностных сигналов их следует передавать одновременно; во избежания взаимного влияния яркостного сигнала и сигналов цветности их нужно передавать разными способами модуляции.

Структурная схема кодирующего устройства системы СЕКАМ приведена на рис. 2.1

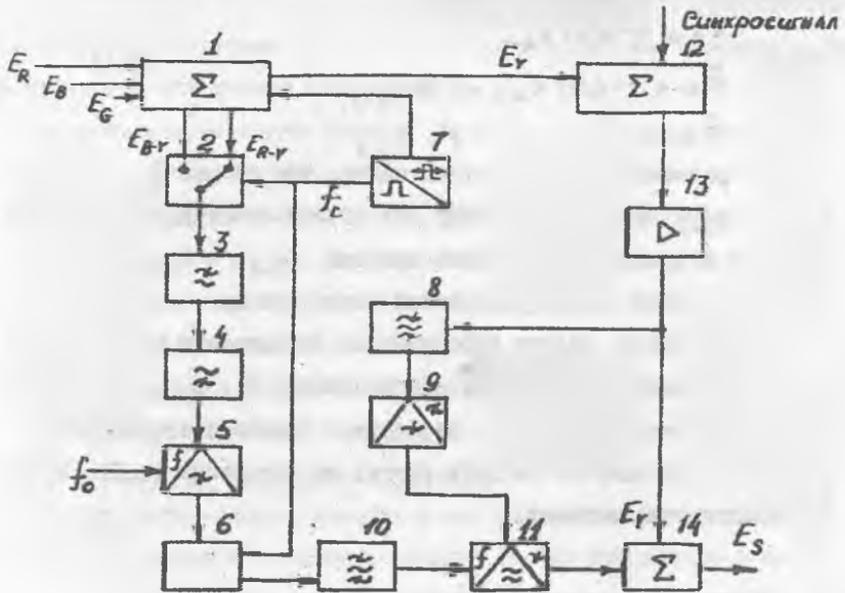


Рис. 2.1

1 - кодирующая матрица, 2 - электронный коммутатор,  
 3 - фильтр низкой частоты, 4 - блок н.ч. предискажений,  
 5 - частотный модулятор, 6 - коммутатор фазы, 7 - генератор  
 коммутрующих импульсов, 8 - полосовой фильтр, 9 - амплитуд-  
 ный детектор, 10 - блок в.ч. предискажений, 11 - амплитудный  
 модулятор, 12 - сумматор, 13 - видеусилитель, 14 - сумматор  
 полного телевизионного сигнала.

В системе СЕКАМ из сигналов, поступающих с цветной телевизионной камеры формируется сигнал яркости  $E_y$  и два цветоразностных сигнала  $E_{B-y}$  и  $E_{K-y}$ . Эти сигналы образуются с помощью матрицы (I) непрерывно, то есть существуют одновременно.

Яркостный сигнал подобен по своей структуре сигналу черно-белого изображения и передается в стандартной полосе частот, принятой для монохромного телевидения - 6 МГц. На основе особенностей частотного спектра видеосигнала черно-белого изображения для улучшения совместимости цветоразностные сигналы передаются в той же полосе частот, что и яркостный сигнал (рис.2.2).

На выходе электронного коммутатора (2) сигналы  $E_{B-y}$  и  $E_{K-y}$  передаются поочередно; в течение одной строки - сигнал  $E_{B-y}$ , в течение другой -  $E_{K-y}$  и т.д. посредством частотной модуляции. Половина строк раstra представлена в цветном сигнале компонентой  $E_{B-y}$ , а половина -  $E_{K-y}$ . Иными словами, для сигналов цветности развертка в полном кадре будет содержать вдвое меньшее число строк что приведет к соответствующему увеличению размеров окрашенных деталей по ~~горизонтали~~ вертикали. Однако общая четкость по вертикали сохранится, так как  $E_y$  передается в полном спектре.

В каждый определенный момент времени передаются только два сигнала: яркостный и один из цветоразностных сигналов. Полоса частот сигнала цветности с целью уменьшения мешающего действия на экране многохромного приемника, ограничивается фильтром низкой частоты (3) до 1.5 МГц. При этом качество цветного изображения практически не страдает, так как глаз человека не способен различать мелкие детали, окрашенные в синий и красный цвета.

При частотной модуляции помехоустойчивость сигнала падает на высоких частотах. В системе СЕКАМ предусмотрены меры для улучшения совместимости и повышения помехоустойчивости канала цветности и яркости приемника:

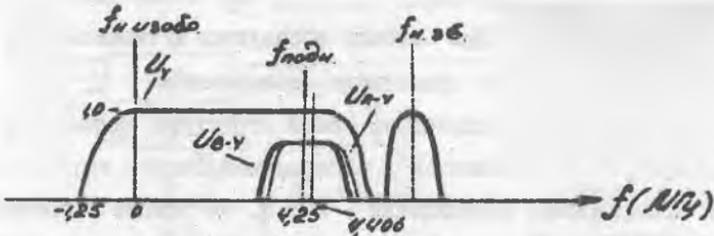


Рис. 22. Спектры сигналов в цветной системе СЕКАМ.

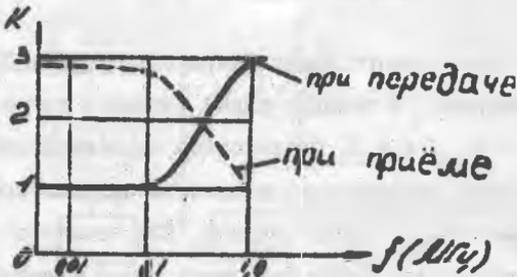


Рис. 23. Амплитудно-частотная характеристика для низкочастотных радиосигналов.

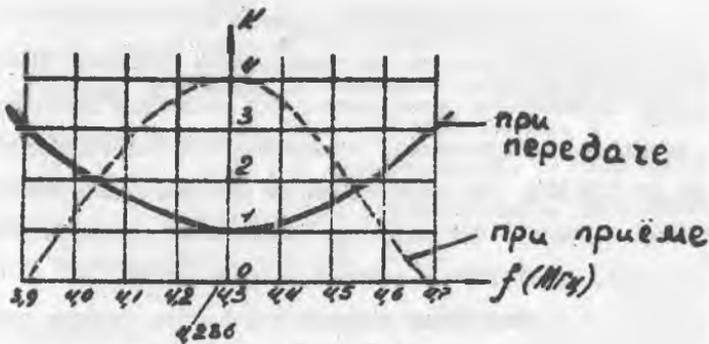


Рис. 24. Амплитудно-частотная характеристика для высокочастотных радиосигналов.

1. В канал цветности кодирующего устройства вводится блок низкочастотных предискажений (4). Частотная характеристика блока н.ч. предискажений приведена на рис. 2.3.

Высокочастотные компоненты сигнала цветности увеличиваются по амплитуде приблизительно в три раза. Это приводит к возрастанию девиации частоты, а следовательно, увеличению индекса частотной модуляции

$$m = \frac{f_d}{f},$$

где  $f_d$  - девиация частоты несущей от номинального значения;

$f$  - максимальная частота спектра модулирующего колебания.

В системе СЕКАМ для передачи цветоразностных сигналов применяется частотная модуляция с индексом модуляции  $m = 0,2$ .

Название блока связано с размещением его в низкочастотной части тракта сигнала, до модулятора поднесущей.

2. Коммутатор фаз (изменяет фазу колебаний на  $180^\circ$  через две строки на треть). При такой коммутации поднесущая цветоразностного сигнала в двух смежных кадрах имеет противоположные фазы, поэтому при приеме черно-белого изображения на экране происходит ее частичная компенсация.

3. Частотно-модулированные колебания цветности (5) подвергаются высокочастотным предискажениям в блоке (10), суть которой заключается в увеличении амплитуды поднесущей по мере ее отклонения от центральной частоты,  $f_0 = 4,286$  МГц. Предискажения осуществляются с помощью электрической цепи, амплитудно-частотная характеристика которой представлена на рис. 2.4.

Как известно, уровень сигнала от помехи на выходе частотного детектора пропорционален разности между средней частотой настройки ЧМ - детектора частотой помехи. Поэтому подъем частото-

той помехи. Поэтому подъем частотной характеристики в области больших значений девиации частоты цветовой поднесущей приводит к повышению помехоустойчивости. Наряду с этим улучшается совместимость системы, так как  $f_0$  при передаче малонасыщенных деталей изображения становится менее заметной, поскольку в этом случае уровень сигналов цветности мал, девиация частоты незначительна и вся энергия модулированных сигналов цветности приходится на минимум кривой предискажений.

4. Размах цветовой поднесущей выран в пять раз меньше размаха яркостного сигнала с целью уменьшения перекрестных искажений в этих каналах (см. рис. 2.2). При этом вредное влияние яркостного сигнала на сигналы цветности, для которых он является помехой уменьшается за счет дополнительной амплитудной модуляции цветовой поднесущей; уровень временно повышается, если уровень яркостного сигнала в полосе сигналов цветности превосходит 70% номинальной амплитуды поднесущей. С этой целью полосовым фильтром (8), частотная характеристика которой изображена на рис. 2.5, выделяются высокочастотные составляющие сигнала  $E_{\text{г}}$ , расположенные вблизи поднесущей. Выделенные составляющие детектируются амплитудным детектором (9) и модулируют по амплитуде в модуляторе (II) частотномодулированный сигнал цветности.

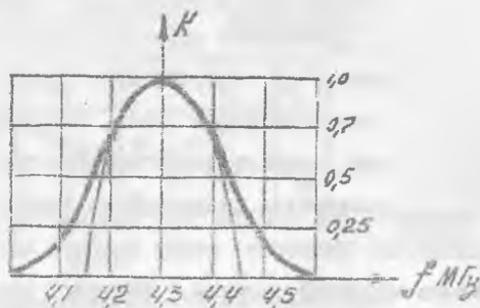


Рис. 2.5

5. В системе СЕКМ применены две поднесущие частоты

$$f_{0\text{R}} = 286 f_c = 4,406 \text{ МГц}; \quad f_{0\text{B}} = 272 f_c = 4,250 \text{ МГц}.$$

Экспериментально установлено, что при передаче большинства сюжетов шум преобладает на красном цвете. Поэтому цветные поднесущие выбраны так, чтобы частоты при помощи которых передается красный цвет в синем сигнале  $E_{B-Y}$  и в красном  $E_{R-Y}$  попадали в область минимума кривой (см. рис. 2.4).

Структурная схема декодирующего устройства системы СЕКАМ приведена на рис. 2.6.

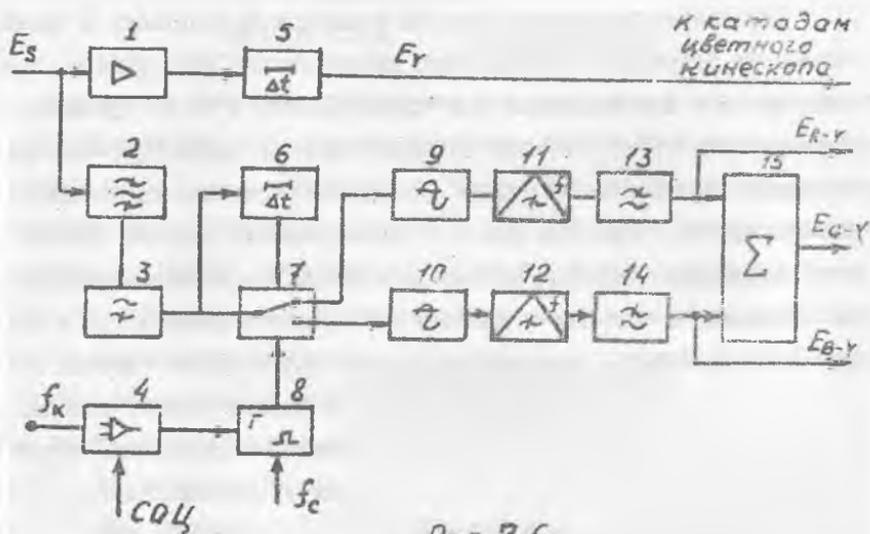


Рис. 2.6

ВД - видеодетектор, I - видеоусилитель, 2 - линия задержки на 0,7 мкс., 3 - полосовой фильтр, 4 - блок коррекции в.ч. предискажений, 5 - амплитудный двухсторонний ограничитель, 6 - видеоусилитель, 7 - схема сравнения, 8 - линия задержки на 64 мкс., 9 - триггер,

10 - электронный коммутатор, 11, 12 - амплитудный двухсторонний ограничитель, 13, 14 - частотный детектор, 15, 16 - блок коррекции н.ч. предискажений, 17 - декодирующая матрица, 18 - трехлучевой кинескоп.

К особенностям системы СЕКАМ следует отнести наличие в нем линии задержки на 64 мкс. (8) и электронного коммутатора (10) в канале цветности. Необходимость в этих устройствах определяется условием обязательного наличия на входах декодирующей матрицы (17) одновременно двух сигналов  $E_{B-Y}$  и  $E_{R-Y}$ .

Для устранения дополнительной амплитудной модуляции в канале цветности приемника предусмотрено двухстороннее амплитудное ограничение (5). Для коррекции в.ч. предискажений и н.ч. предискажений служат блоки (4) и (15), (16) соответственно с амплитудно-частотными характеристиками, обратными амплитудно-частотным характеристикам блоков (4), (10) (см. рис. 2.1) на передающей стороне системы.

Коммутация сигналов цветности в приемнике должна производиться синхронно и синфазно с работой электронного коммутатора в кодирующем устройстве. Для этого в системе СЕКАМ служат сигналы опознавания цвета (СОЦ) или сигнала цветовой синхронизации, который представляет собой трапецидальные импульсы, передаваемые в течение девяти строк во время обратного хода каждого полукадрового импульса. В приемнике СОЦ, выделенный блоками (7) и (9), управляет работой электронного коммутатора.

С помощью декодирующей матрицы образуются цветоразностный сигнал  $E_{G-Y}$ . Три цветоразностных сигнала  $E_{B-Y}$ ,  $E_{R-Y}$ ,  $E_{G-Y}$  подаются на соответствующие модуляторы трехлучевого кинескопа. Сигнал яркости  $E_Y$  подается одновременно на три катода кинескопа.

Линия задержки на 0,7 мкс. (2) необходима для выравнивания временного положения сигнала яркости и цветоразностных сигналов. Известно, что при прохождении сигналов через цепи с ограниченной полосой (к таким относятся ФНЧ) наблюдается задержка сигнала. Задержка тем больше, чем уже полоса пропускания устройства. Полоса пропускания цветоразностных сигналов равна  $2 I,5$  МГц., а полоса пропускания сигнала яркости равна 6 МГц., поэтому в канал  $K_y$  включается линия задержки на 0,7 мкс.

### 3. ОПИСАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРА ЦВЕТНЫХ ПОЛОС

В практике цветного телевидения для настройки и контроля работы аппаратуры широко используются испытательные сигналы от генератора цветных полос (1ш), создающие на экране изображение из восьми вертикальных полос, следующих цветов (слева направо): белого, желтого, голубого, зеленого, пурпурного, красного, синего, черного. Такой сигнал используется для контроля правильности воспроизведения основных и дополнительных цветов; прохождения поднесущих сигналов цветности и выравнивания их уровней в прямом и задержанном каналах; для контроля коррекции в.ч. предискажений и уровней цветоразностных сигналов, а также для проверки и регулировки блока цветовой синхронизации. Структурная схема ГЧН приведена на рис. 3.1.

Исходные сигналы цвета  $E_R, E_B, E_G$ , формируемые формирователем сигналов (1), преобразуются в кодирующей матрице (2) в сигналы  $E_y$  и два цветоразностных сигнала  $E_{R-y}$  и  $E_{B-y}$ . В кодирующей матрице на интервале времени, соответствующем передаче задней площадки кадрового гасящего импульса, добавляется СОЦ из девяти прямоугольных импульсов, поступающих с блока цветовой синхронизации (9).

Сигнал яркости через каскад задержки (3) поступает на вход

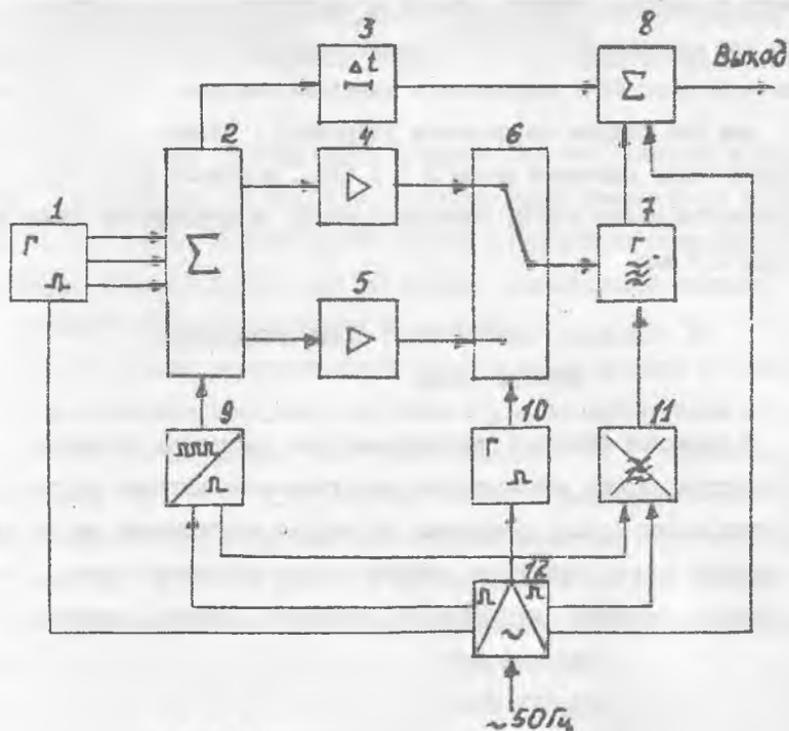


Рис. 3.1

1 - формировать сигналов, 2 - кодирующая матрица, 3 - каскад задержки, 4, 5 - усилители цветоразностных сигналов, 6 - электронный коммутатор, 7 - модулятор частоты, 8 - смеситель, 9 - блок цветовой синхронизации, 10 - генератор коммутирующих импульсов, 11 - блок гашения поднесушей, 12 - синхрогенератор.

смесителя (8), а цветоразностные сигналы через усилители (4) и (5) - на электронный коммутатор (6). Работой ЭК управляют импульсы, формируемые в генераторе коммутирующих импульсов (10). Цветоразностные сигналы на выходе ЭК следуют поочередно через строку и модулируют по частоте поднесущую в ЧМ-генераторе (7).

В устройстве гашения поднесущей (11) происходит подавление поднесущей в ЧМ-генераторе во время строчных и кадровых импульсов, кроме времени действия импульсов цветовой синхронизации.

Синхрогенератор (12) управляет работой всех узлов устройства.

Сформированный на выходе ГИИ сигнал положительной полярности с плавно регулируемой (0 до 2 В) амплитудой подается по кабелю на видеовход телевизионного приемника.

#### 4. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРА ЦВЕТНЫХ ПОЛОС

Принципиальная схема сигналов (ФС) основных сигналов и сигналов цветовой синхронизации, а также устройства подавления поднесущей представлена на рис. 4.1 (см. вкладку). Осциллограммы, поясняющие принцип работы схемы приведены на рис. 4.2 в, г и рис. 4.3.

ФС основных цветов состоит из умножителя на элементах Д9.1, Д2, синхронизируемого строчными импульсами и двоичного счетчика на триггерах Д10.1, Д10.2 и Д11.1. Частота следования импульсов на выходе умножителя, равная  $10f_c = 156,25 \text{ КГц}$ , устанавливается подстроечным резистором Р12. Импульсы с выхода умножителя поступают затем на двоичный счетчик, в котором при последовательном делении на два образуются сигналы синего -  $E_B(KT1)$ , красного -  $E_K(KT2)$  и зеленого -  $E_G(KT3)$  (см. рис. 4.2 б, в, г).

Для получения правильного чередования полос в нулевое положение устанавливаются триггеры гасящими импульсами перед началом прямого хода каждой строки. Кроме того, во время действия гасящих импульсов сигналы основных цветов на выходе ФС отсутствуют и не мешают

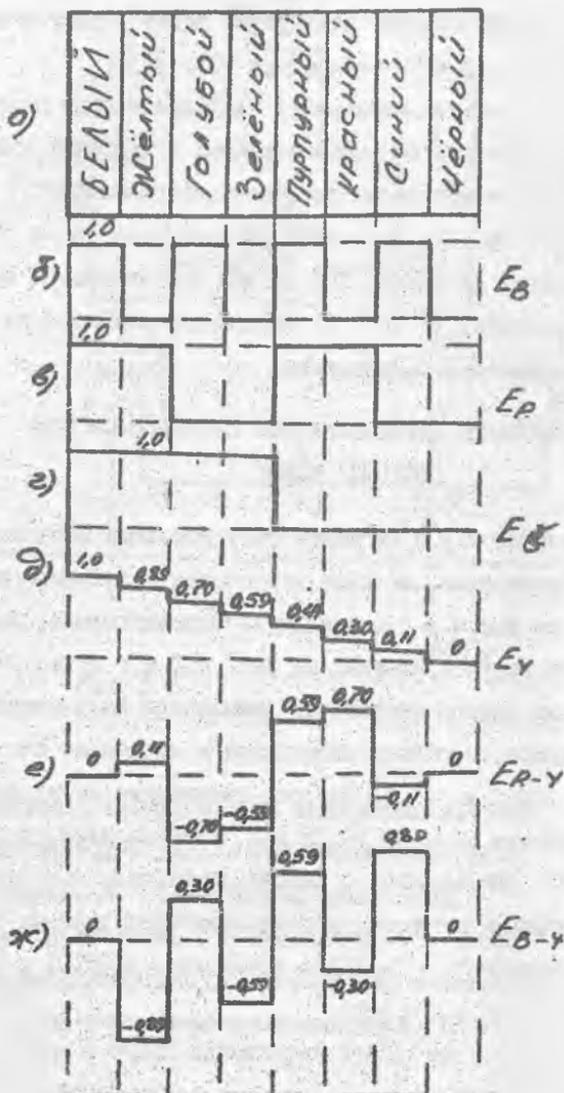


Рис. 4.2

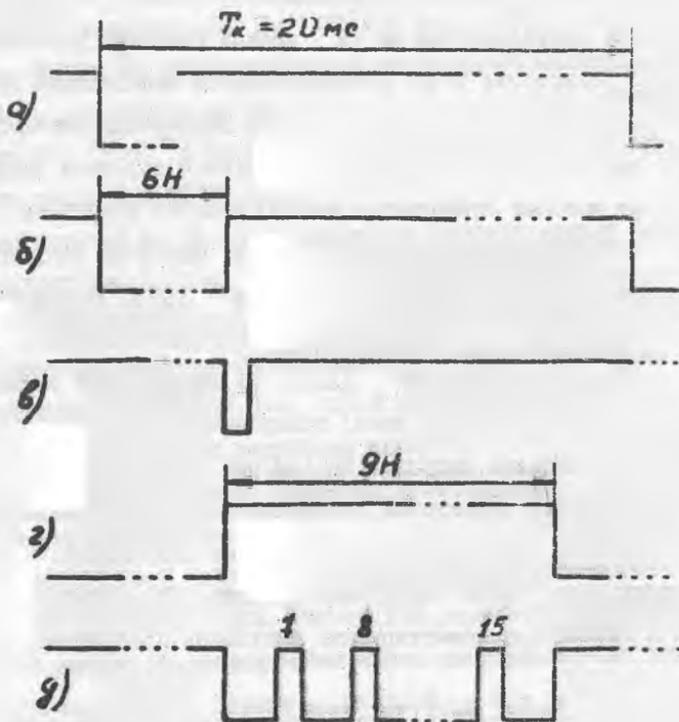


Рис. 43

передаче гасящих и синхронизирующих импульсов. импульсы СОЦ необходимы для синхронной работы ЭК на передающей и приемной сторонах телевизионного канала. С целью упрощения в генераторе использованы импульсы прямоугольной формы. Сигналы СОЦ формируются следующим образом. Идущий мультивибратор на элементах Д12.1, Д12.2 вырабатывает импульсы длительностью 6Н (Н - период строчной развертки) (см. рис.4.3 б). Резистором точно устанавливается необходимая длительность импульсов. Импульсы длительностью 6Н дифференцируются цепочкой СУЭ15. На выходе элементом Д12.3 образуются короткие импульсы, передний фронт которых совпадает с задним фронтом импульсов длительностью 6Н (см.рис.4.3). Далее эти короткие импульсы запускают идущий мультивибратор на элементах Д12.4 и Д13.1, формирующий импульсы длительностью 9Н (см.рис.4.3 г), которые поступают на один из входов элемента совпадения Д13.2. На другой вход элемента поступает строчные гасящие импульсы, пропущенные элементом Д14.4 только на время действия импульса 9Н (см.рис.4.3 д). Поэтому на выходе элемента Д13.2 образуется последовательность из девяти прямоугольных импульсов, повторяющаяся с частотой полукадров.

Принципиальная схема кодирующей матрицы (КМ), электронного коммутатора и генератора коммутирующих импульсов представлена на рис. 4.4. (см.вкладку).

На кодирующую матрицу поступают импульсы сигналов основных цветов с формирователя сигналов. Из них КМ формирует сигнал яркости и два цветоразностных сигнала. согласно уравнения:

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

$$E_{R-Y} = 0,7 E_R - 0,59 E_G - 0,11 E_B;$$

$$E_{B-Y} = -0,3 E_R - 0,59 E_G + 0,89 E_B$$

Сигнал яркости  $E_y$  получается в кодирующей матрице на резисторах  $R19...R24$  и снимается с нагрузки на резисторах  $R27$  и  $R28$ . Подстроичными резисторами  $R19, R21$  и  $R23$  добиваются необходимого соотношения между сигналами основных цветов (см. рис. 4.2 д).

Цветоразностные сигналы (см. рис. 4.2 е, з) формируются в кодирующей матрице на резисторах  $R17, R18, R26, R28...R37$ . Подстроичными резисторами  $R17$  и  $R28$  устанавливается необходимая амплитуда сигналов. Сигнал  $E_{R-y}$  выделяется на резисторе  $R37$  (КТ6), а сигнал  $E_{B-y}$  - на резисторе  $R36$  (КТ5). В КМ к цветоразностным сигналам добавляется СОИ через резисторы  $R34$  и  $R35$ .

Перед подачей на ЭК цветоразностные сигналы должны быть определенной амплитуды и фазы. В частности, принято передавать сигнал  $E_{y-B}$ , а не  $E_{B-y}$ . Поэтому в усилитель (4) "синего" цветоразностного сигнала введен инвертор на транзисторе  $Т1.2$ . Эмиттерные повторители на транзисторах  $Т1.3$  и  $Т1.4$  необходимы для развязки КМ от генератора коммутрующих импульсов (КИИ).

Электронный коммутатор собран на транзисторах  $T2.1$  и  $T2.2$ , которые поочередно закрываются коммутующими импульсами на время одной строки ( $T_c = H = 64$  мкс). Эти импульсы вырабатывает ИКИ, выполненный на триггере Д15. Работа ИКИ управляется строчными импульсами. С выхода ЭК последовательность цветоразностных сигналов (КТБ) (в течение одной строки - сигнал  $E_{y-B}$  и в течение другой - сигнал  $E_{R-y}$  и т.д.) поступает в блок генератора поднесущей частоты (ПЧ), то есть в частотный модулятор, принципиальная схема которого приведена на рис. 4.5. (см. вставку).

ПЧ представляет собой олокинг-генератор, обеспечивающий достаточно высокую стабильность начальной частоты и требуемую линейность модулирующей характеристики. Генератор выполнен на транзисторах  $15.2$  и  $15.3$ . Средняя частота устанавливается резистором  $R53$ .

Частотная модуляция осуществляется изменением напряжения на базах транзисторов. Генератор вырабатывает колебания двух поднесущих частот  $f_{об} = 4,25$  МГц и  $f_{св} = 4,406$  МГц путем подачи на базу транзистора Т5.2 прямоугольных импульсов полустроочной частоты с ПКИ через С16 и R48, R55.

Каскад на транзисторе Т5.1 служит усилителем - инвертором цветоразностных сигналов, поступающих с ЭК через С17. В эмиттерной цепи усилителя включена ячейка С18R52, которая вносит н.ч. предискажения цветоразностных сигналов, в коллекторной - включен подстроечный резистор R50 для установки амплитуды модулирующих сигналов, то есть насыщенности цвета.

С помощью смесителя, выполненного на транзисторах Т6.2 и Т6.3, формируется полный телевизионный сигнал цвета. Для этого на базу Т6.1 через R58 и линию задержки на 0,7 мкс. подается яркостный сигнал с КМ. На базу Т6.2 через цепочку С20R69 подается с ЧМ-генератора частотно-модулированная последовательность цветоразностных сигналов, а на базу Т6.3 через цепочку С28R59 - сигнал синхронизации с синхрогенератора.

Высокочастотные предискажения ЧМ сигналов осуществляется фильтром L2C30. полный телевизионный сигнал цветных полос, амплитуда которого регулируется резистором R70, подается с помощью кабеля на видеовход телевизионного приемника.

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить работу принципиальной схемы генератора цветных полос.

2. Включить телевизионный приемник: "Горизонт-736", установку ПЦП и осциллограф в сеть  $\sim 220$  В.

3. Исследовать работу блока формирования сигналов (см. рис. 4.1):

а) просмотреть и зарисовать сигналы цветов  $E_R$ ,  $E_B$ ,  $E_G$  в контрольных точках КТ1, КТ2, КТ3. Изменить длительность, период и амплитуду импульсов;

б) Просмотреть и зарисовать сигнал цветовой синхронизации в контрольной точке КТ7, и измерить период СОЦ, период и длительность импульсов в "пачке". Обратить внимание на количество импульсов в "пачке".

4. Исследовать работу кодирующей матрицы и электронного коммутатора (см. рис. 4.4):

а) зарисовать форму сигнала яркости  $E_y$  в контрольной точке КТ4. Для этого с помощью потенциометров В19, В21, В23 точно установить необходимые соотношения в сигнале согласно рис. 4.2 д. При этом амплитуда сигнала должна быть не менее 0,5 В.

б) зарисовать форму цветоразностных сигналов  $E_{R-y}$  и  $E_{B-y}$  в контрольных точках К15 и КТ6. С помощью потенциометров К17 и В25 точно установить необходимые соотношения в сигналах согласно рис. 4.2 е, ж. Амплитуда сигналов должна быть не менее 1 В.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** После выполнения пунктов 4а и 4б на экране телевизионного приемника должно быть устойчивое изображение восьми цветных вертикальных полос. Отсутствие цвета или нарушение последовательности цветов указывает на неточность выполнения указанных пунктов. В этом случае следует повторить эксперимент более точно.

в) зарисовать форму сигнала последовательности цветоразностных

сигналов в контрольной точке К18.

5. исследовать работу ЧМ-генератора (см. рис. 4.5):

а) зарисовать форму сигнала в контрольной точке КТ9 при двух положения переключателя § 5. одновременно наблюдать изображение на экране приемника; дать оценку помехоустойчивости канала цветности;

б) зарисовать изображение сигнала яркости на экране приемника, при этом поставить переключатель § 4 в положение "ВЫЛ" (нижнее положение); сделать вывод;

в) зарисовать форму ЧМ-сигнала в контрольной точке КТ10. Для этого переключатель § 4 поставить в положение "ВКЛ";

г) зарисовать форму полного сигнала цветности в контрольной точке КТ11; при этом все переключатели в положении "ВЫЛ";

д) зарисовать форму цветоразностных сигналов телевизионного приемника в контрольных точках КТ12 и КТ13.

6. Исследовать (работу) характер воспроизводимого изображения на экране приемника:

а) зарисовать картинку изображения на экране при включенных "красной" и "зеленой" пушках; переключатель § 1 в положении "ВЫЛ";

б) зарисовать картинку изображения на экране при включенных "красной" и "синей" пушках; переключатель § 3 в положении "ВЫЛ";

в) зарисовать картинку изображения на экране при включенных "синей" и "зеленой" пушках; переключатель § 2 в положении "ВЫЛ";

г) зарисовать картинку изображения на экране при включенных трех пушек; переключатели § 1, § 2, § 3 в положении "ВКЛ".

7. Снять АЧХ блока н.ч. предискажений. Для этого переключатель § 6 поставить в нижнее положение, телевизор выключить. Включить генератор синусоидальных колебаний. С помощью осциллографа установить амплитуду выходного сигнала - 1 В. Сигнал в выхода генератора синусоидальных колебаний подать на гнездо XI установки РЧД; в гнездо \*2 под-

ключить осциллограф. Снять зависимость  $A_{н.ч.} = \varphi(f)$  для пяти точек частоты. Полученные результаты занести в таблицу и построить график.

## 6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Нарисовать структурную схему ПЦП.

2. Нарисовать осциллограммы, график АЧХ с необходимыми пояснениями.

3. Выводы по проделанной работе.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать физическое объяснение понятию цвета. Что является количественной и качественной мерой цвета ?

2. Дать определение цветности.

3. Написать уравнение цвета и цветности. Дать физическое объяснение.

4. Каковы условия совместимости ЦТ и монохромного телевидения ?

5. Нарисовать структурную схему кодирующего устройства системы СЕКАМ и объяснить назначение отдельных узлов схемы.

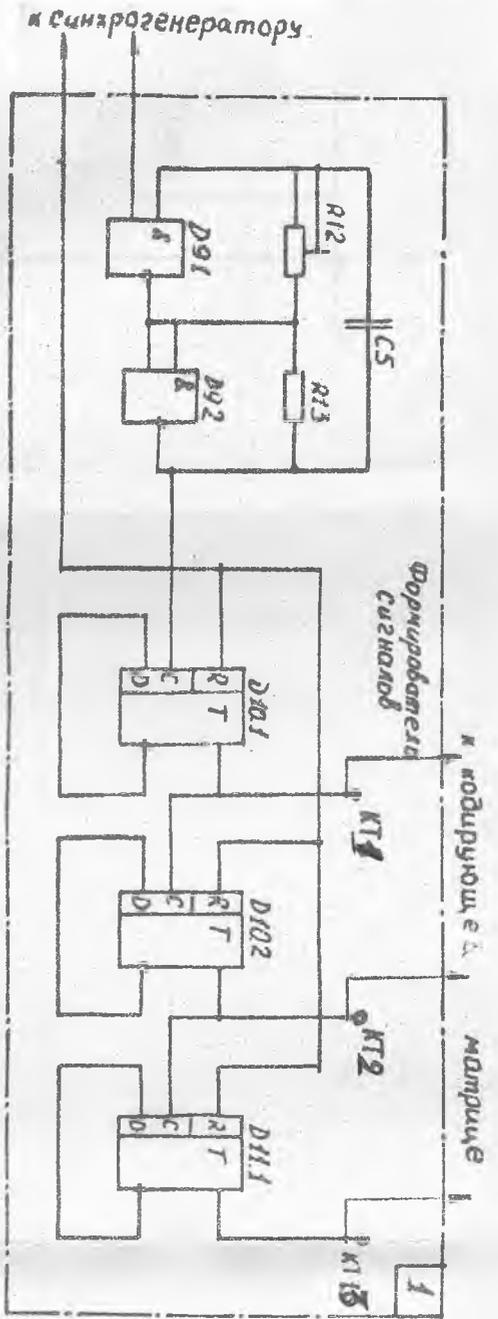
6. Нарисовать структурную схему декодирующего устройства системы СЕКАМ и объяснить назначение отдельных узлов схемы.

7. Каковы меры повышения помехоустойчивости приняты в системе СЕКАМ ?

## 8. ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Телевидение. Под редакцией П. В. Шмакова. - М.: Связь, 1979. с. 27...32, 229...236, 243...250.

2. Конспект лекций по курсу "Телевидение".



Формирователь импульсов и ветвей синхронизации

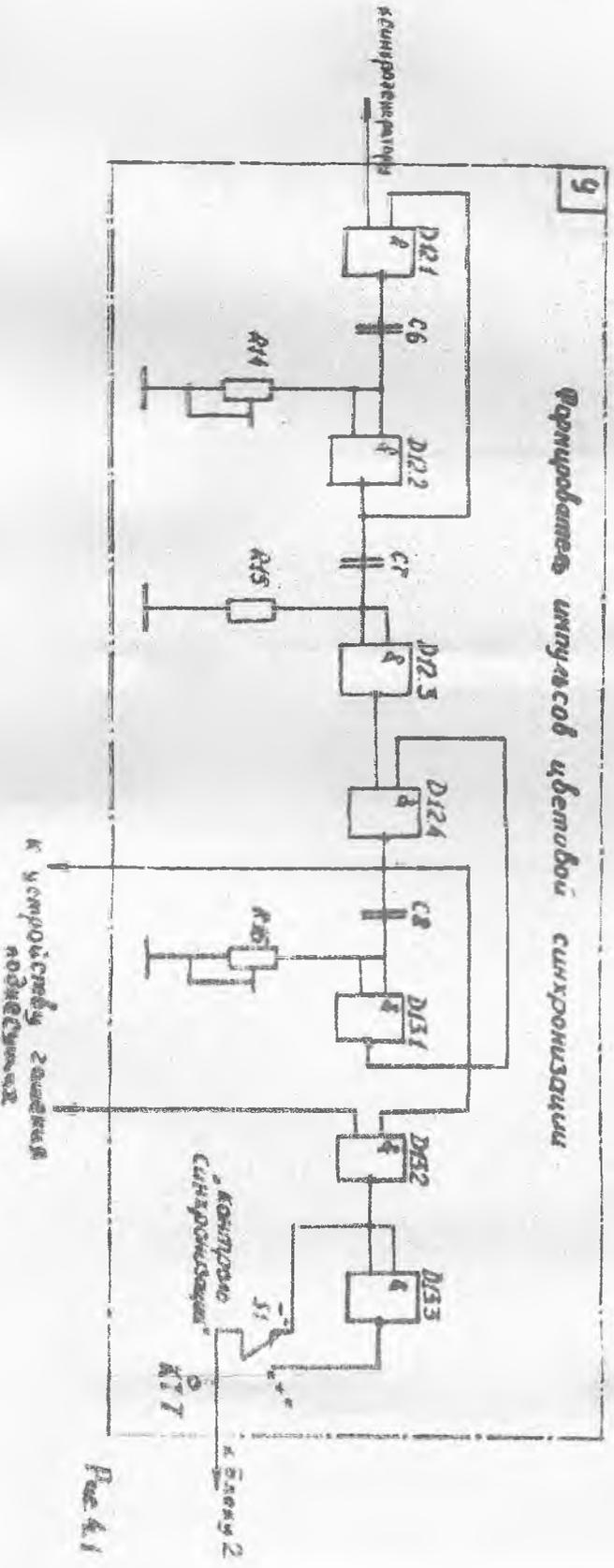


Рис. 4.1

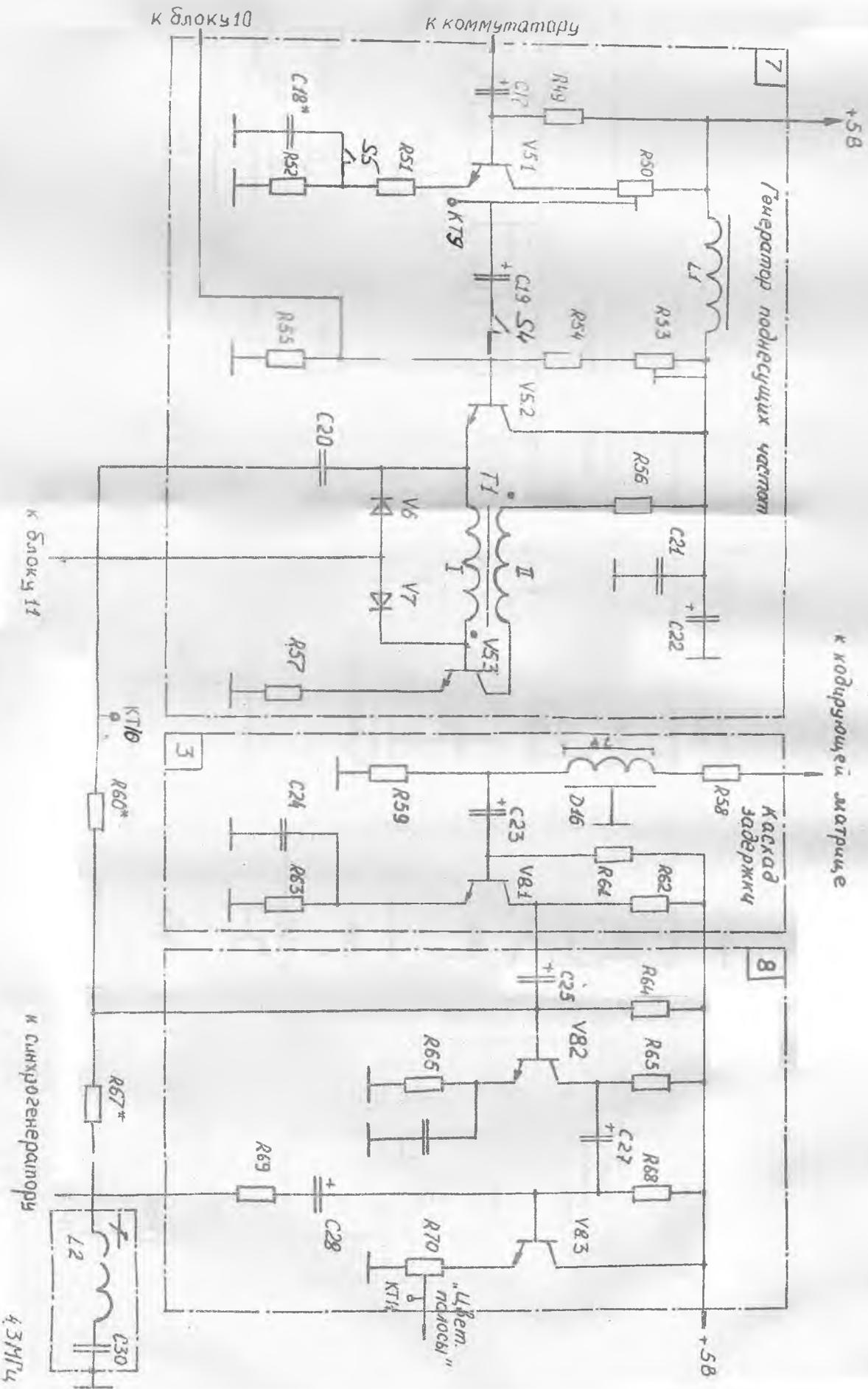


Рис. 4.5

4ЭМПЦ

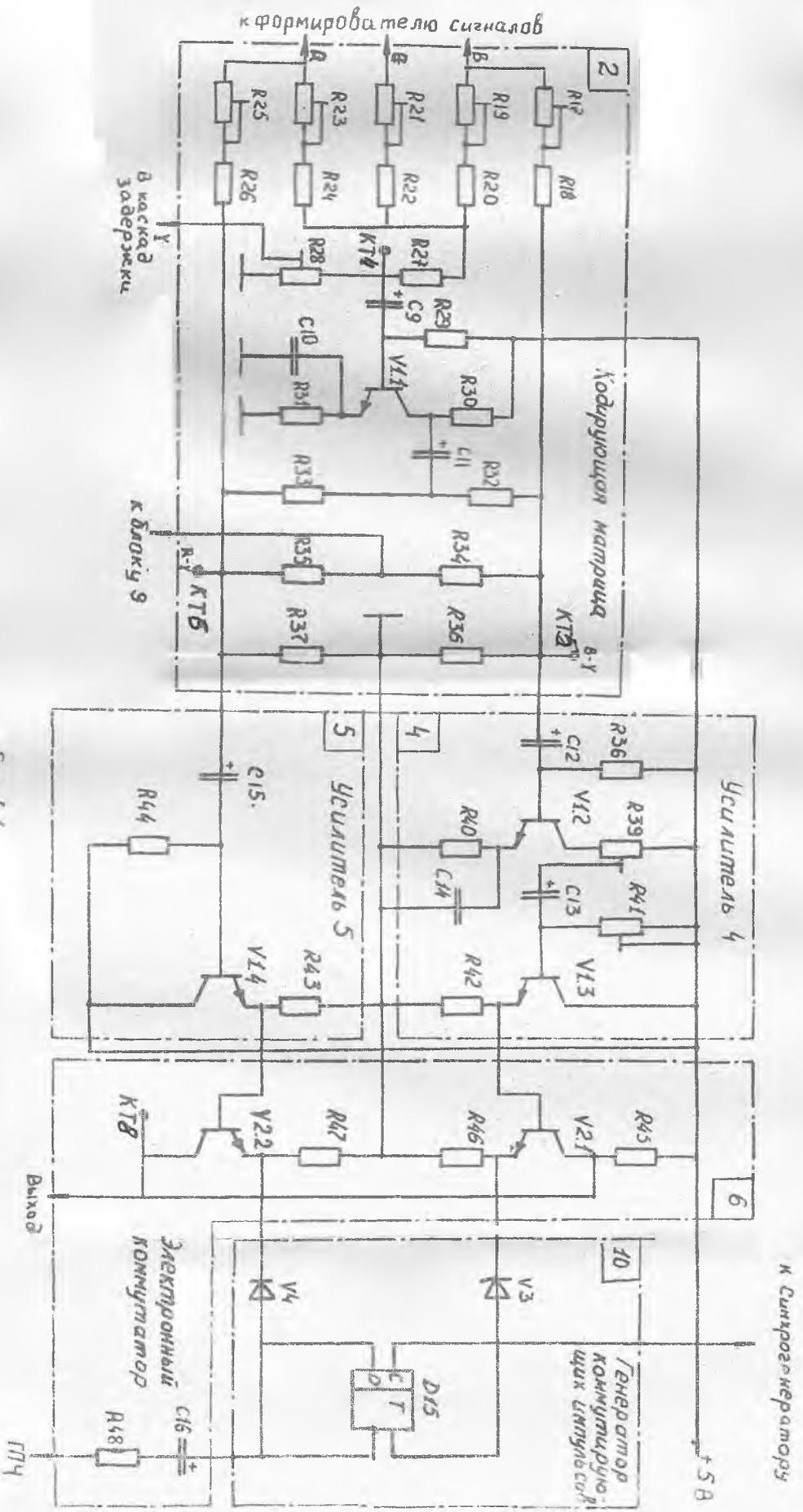


Fig. 4.4