

Составитель доцент И.А. Зеленин

УДК 621.397.132.127 (07)

Исследование многосистемного декодера цветности: методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Основы телевидения», «Основы телевидения и видеотехники» и «Телевизионная техника» для студентов направлений 11.03.01, 11.04.01 «Радиотехника» и специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. И.А. Зеленин. Воронеж, 2015. 45 с.

Методические указания содержат домашнее и лабораторное задания, рекомендации по их выполнению. Приведены основные теоретические и практические сведения о принципе построения декодирующего устройства, а также математические выражения для расчета его специфических узлов.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2010 и содержатся в файле Зеленин_ИА_ДУ.pdf.

Ил. 2. Библиогр.: 4 назв.

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.С. Самодуров

Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р физ.-мат. наук, проф. Ю. С. Балашов

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1.1. Цели работы:

а) изучение принципов построения декодирующих устройств (декодеров) цветных телевизоров;

б) исследование процессов обработки телевизионного (ТВ) сигнала в декодирующем устройстве (ДУ) цветного телевизора;

в) экспериментальное исследование характеристик многосистемного декодера;

г) определение ошибок цветовоспроизведения при изменении характеристик декодера;

д) освоение на практике методов измерений амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) соответствующих узлов декодера и векторограмм цветоразностных сигналов.

1.2. При выполнении домашнего задания студенты должны теоретически изучить общие принципы построения декодирующих устройств современных цветных ТВ приемников.

1.3. Во время выполнения лабораторного задания студенты должны изучить реальные процессы преобразования полного цветового видеосигнала в сигналы управления токами лучей кинескопа, снять амплитудно-частотные характеристики соответствующих устройств, а также векторограммы и осциллограммы напряжений в характерных (контрольных) точках декодера, выяснить влияние изменений параметров основных элементов декодера на формы АЧХ и сигналов, а также на качество воспроизводимого ТВ изображения.

1.4. В процессе выполнения лабораторной работы необходимо использовать следующие приборы и оборудование:

– лабораторный стенд на базе цветного ТВ приемника ЗУСЦТ;

– осциллограф с блоком выделения ТВ строки С1-81;

– измеритель частотных характеристик Х1-7Б;

– вектороскоп.

2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Повторить материал по формированию полного цветового видеосигнала (ПЦВС) вертикальных цветных полос.

2.2. Изучить классические принципы построения декодирующих устройств цветных телевизоров.

2.3. Нарисовать структурные схемы декодирующего устройства (модуля МЦ-2) цветного телевизора ЗУСЦТ и submodule декодера *PAL*.

2.4. Изобразить ожидаемые формы напряжений в характерных (контрольных) точках декодера (модуля МЦ-2) в режиме приема сигнала вертикальных цветных полос и формы амплитудно-частотных характеристик соответствующих узлов.

2.5. Ознакомиться с правилами эксплуатации измерителя частотных характеристик (ИЧХ) X1-7Б и вектроскопа.

Для выполнения п. 2.1 домашнего задания сначала кратко повторите материал по процессу формирования полного цветового видеосигнала вертикальных цветных полос кодирующим устройством системы *SECAM*, изложенный в [1, с. 278-284] и методическом руководстве [531-2008, с. 34-35]. При этом обратите внимание на требуемые формы и амплитуды сигналов основных цветов (E'_R, E'_G, E'_B), яркости (E'_Y), цветоразностных (E'_{R-Y}, E'_{B-Y} и D'_R, D'_B), цветности ($u_{Ц}$) и полного цветового видеосигнала ($E_{ПЦВС}$).

Подробная информация о классических принципах построения декодирующих устройств (п. 2.2) содержится в [1, с. 259-261, 284-289, 299-302]. Часть информации по процессам, методам и устройствам декодирования сигналов цветного телевидения представлена в приложении 1 данного руководства. Изучите назначение декодера и каждого его каскада, формы напряжений на входе и выходе этих каскадов при приеме сигнала вертикальных цветных полос, а также АЧХ

соответствующих узлов.

При изучении декодера рекомендуется условно разделить его на четыре основные части: канал яркостного сигнала, канал сигнала цветности, матрицы формирования цветоразностных сигналов и сигналов основных цветов, выходные видеоусилители.

Обратите внимание на особенность построения яркостного канала по сравнению с видеоусилителем черно-белого телевизора, в частности на необходимость применения режекторного фильтра, линии задержки, фиксатора уровня черного.

Уточните назначение полосовых фильтров на входах декодеров *NTSC* и *PAL*. Особенно внимательно ознакомьтесь с корректором сигнала цветности (высокочастотных предискажений) *SECAM*: параметрами, формой сигнала цветности на его выходе при точной коррекции, а также влиянием его расстройки на качество цветовоспроизведения.

Подробно рассмотрите принципы действия устройств задержки сигналов цветности *SECAM* и *PAL*, а также электронных коммутаторов.

Обязательно запомните особенности частотных детекторов красного и синего сигналов: формы АЧХ, знак и степень их наклона, частоты настройки нулевых точек. Изучите принцип действия синхронного детектора.

Внимательно изучите принцип действия корректора цветоразностных сигналов (низкочастотных предискажений) и влияние его параметров на форму этих сигналов при воспроизведении изображения вертикальных цветных полос.

Следует также хорошо знать назначения и принципы действия устройств цветовой синхронизации.

После этого следует изучить особенности построения видеоусилителей, а также методы модуляции токов лучей в цветных масочных кинескопах с компланарным расположением электронных прожекторов.

При выполнении п. 2.3 используйте структурную схему

декодера *SECAM* из приложения 2 данного руководства. Подробное описание принципа действия этого декодера (по принципиальной схеме) изложено в приложении 3. Схемы исследуемого субмодуля декодера *PAL* и описание принципа его действия находятся в лаборатории телевидения и видеотехники.

Возможные формы сигналов в контрольных точках (п. 2.4) следует выбрать из приложения 4.

Ознакомиться с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации (п. 2.5) применяемых в данной работе ИЧХ и вектроскопа можно также в лаборатории телевидения и видеотехники. Здесь обратите главное внимание на методики снятия АЧХ исследуемых устройств и вектограмм цветоразностных сигналов.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ

3.1. Поясните принцип образования изображения вертикальных цветных полос на экране телевизора. Что представляют собой используемые при этом сигналы (их виды, форма, размахи)?

3.2. Какие функции выполняет декодирующее устройство в цветном ТВ приемнике?

3.3. Каково назначение каналов яркости и цветности?

3.4. Объясните принципы действия декодирующих устройств *SECAM* и *PAL* по обобщенным структурным схемам.

3.5. Нарисуйте идеализированные АЧХ канала яркости в режимах приема цветного и черно-белого изображений.

3.6. Каким образом полный цветовой видеосигнал разделяют в декодере на сигналы яркости и цветности?

3.7. В чем сущность методов регулирования контраста, яркости и насыщенности воспроизводимого на экране кинескопа изображения?

3.8. Объясните назначение цепей коррекции сигнала цветности (высокочастотной коррекции) и цветоразностных сигналов (низкочастотной коррекции). Какие предъявляет требования к точности их настройки?

3.9. Поясните назначение линий задержки в каналах яркости и цветности. Какие используют критерии для установления допусков на время задержки этих линий?

3.10. Поясните принцип действия электронного коммутатора, на входе которого присутствуют прямой и задержанный сигналы цветности *SECAM*.

3.11. Какую функцию выполняет электронный коммутатор в декодере *PAL*?

3.12. Дайте сравнительную оценку методам модуляции (с внешним и внутренним матрицированием) токов лучей в цветном кинескопе.

4. ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

4.1. Просмотреть, зарисовать, измерить амплитуды и временные параметры ТВ сигналов в контрольных точках декодера при нормальном изображении вертикальных цветных полос на экране кинескопа:

- а)* на входе декодера;
- б)* после режекции сигналов поднесущих;
- в)* на выходе контура коррекции (полосового фильтра) сигнала цветности;
- г)* на входе и выходе прямого и задержанного каналов;
- д)* на контуре сигнала цветовой синхронизации;
- е)* на входе и выходе электронного коммутатора сигналов цветности;
- ж)* на входе и выходе частотных и синхронных детекторов красного и синего сигналов;
- з)* на входе матрицы сигналов основных цветов;

и) на выходе усилителей сигналов основных цветов;
к) на входе и выходе устройства гашения обратного хода лучей.

4.2. Просмотреть и зарисовать АЧХ:

а) канала яркости в режимах приема цветного и монохромного сигналов;

б) контура коррекции (полосового фильтра) сигнала цветности;

в) задержанного канала;

г) частотных детекторов красного и синего сигналов;

д) усилителей сигналов основных цветов.

4.3. Просмотреть и зарисовать векторограммы цветоразностных сигналов.

4.4. Исследовать влияние на качество воспроизводимого ТВ изображения неточности настройки:

а) контура режекции сигналов поднесущих;

б) фильтра коррекции (полосового фильтра) сигналов цветности:

в) нулевых точек частотных детекторов;

г) цепи коррекции цветоразностных сигналов.

4.5. Оценить влияние на качество ТВ изображения:

а) времени задержки сигналов в каналах яркости и цветности;

б) высокочастотной коррекции в усилителях сигналов основных цветов;

в) ограничения тока лучей;

г) гашения лучей во время обратного хода.

4.6. Произвести наблюдение за изменением цветного изображения при поочередном отключении электронно-оптических прожекторов.

Сначала ознакомьтесь с принципиальными схемами декодирующих устройств, назначением регулировочных элементов и контрольных точек. Затем подайте напряжение питания (включите телевизор, тестовый прибор, осциллограф, измеритель частотных характеристик и вектороскоп). Под-

ключив выход тестового прибора ко входу телевизора, добейтесь устойчивого изображения серой шкалы (вертикальных бело-серо-черных полос) на экране кинескопа. По этому изображению установите нормальные яркость и контраст соответствующими ручками на передней панели телевизора. После этого переключите тестовый прибор на режим вертикальных цветных полос и приступайте к выполнению п. 4.1 задания. При снятии осциллограмм на экране осциллографа целесообразно наблюдать сигналы не более двух строк. При исследовании сигналов, снимаемых непосредственно с контуров, и сигналов на выходе видеоусилителей основных цветов используйте внешний делитель напряжения 1:10. Этот же делитель необходим и при просмотре гасящих импульсов, поступающих на кинескоп.

При снятии АЧХ во всех случаях (п. 4.2), кроме АЧХ частотных детекторов, измерить полосу пропускания каскадов на уровнях 0,1 и 0,7. По АЧХ контура коррекции (полосового фильтра) сигнала цветности вычислить его добротность. На АЧХ частотных детекторов определить рабочие участки и нулевые точки (частоты).

Векторограммы (при отсутствии вектроскопа) снимают (п. 4.3) подачей на вертикальный усилитель осциллографа одного цветоразностного сигнала (например, E'_{R-Y}), а на горизонтальный усилитель (вместо развертки) – другого (E'_{B-Y}).

Векторная диаграмма (векторограмма) представляет собой зависимость одного цветоразностного сигнала от другого.

Если корректор сигнала цветности (КСЦ), называемый также корректором высокочастотных предискажений, настроен точно, то векторограмма имеет вид шестиугольника. Его вершины соответствуют основным (красному, зеленому и синему) и дополнительным (желтому, голубому и пурпурному) цветам. Цветовые переходы отображаются почти прямыми линиями, соединяющими вершины шестиугольника.

При расстройке корректора КСЦ сигнал цветности на его

выходе будет промодулирован по амплитуде. В этом случае форма цветоразностных сигналов заметно искажается. А на векторограмме линии, соответствующие цветовым переходам, превращаются в криволинейные траектории. Подобные искажения проявляются на телевизионном изображении (в частности, вертикальных цветных полос) в виде ярких цветных окантовок на переходах с неровными краями в виде факелов.

Влияние неточности настройки контуров оценивайте (п. 4.4) визуалью по качеству цветовоспроизведения полос и границ между ними при вращении сердечников соответствующих контуров и движков построечных резисторов в цепях коррекции цветоразностных сигналов.

При выполнении п. 4.5 сначала следует поочередно отключать и закорачивать вход с выходом соответствующих линий задержки. Степень высокочастотной коррекции в усилителях сигналов основных цветов регулируйте переключением конденсаторов в эмиттерных цепях выходных транзисторов. В действии ограничения тока лучей на изображение можно убедиться вращением подстроечного резистора R20 «Ограничение тока луча» в модуле строчной развертки. Для оценки влияния на ТВ изображение гасящих импульсов следует отключить от кинескопа цепь, по которой эти импульсы поступают на модуляторы.

В последнем пункте задания пронаблюдать за изменением цветного изображения, последовательно оставляя включенным сначала только один электронно-оптический прожектор, а затем оба прожектора.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАДАНИЮ

5.1. Покажите на принципиальной схеме декодера пути прохождения сигналов яркости, цветности, цветоразностных и основных цветов.

5.2. Какие амплитуды сигналов нужно иметь для полного управления токами лучей в цветном кинескопе 51ЛК2Ц?

5.3. Каким образом обеспечивают в исследуемом декодере правильную передачу постоянной составляющей ТВ сигнала на кинескоп? Какое влияние оказывает потеря постоянной составляющей на воспроизводимое ТВ изображение?

5.4. Обоснуйте требования к АЧХ яркостного канала при приеме цветных и монохромных изображений. Как влияет неточность режекции сигналов поднесущих на качество ТВ изображения?

5.5. Покажите на модуляционных характеристиках кинескопа правильное расположение сигналов основных цветов (управляющих сигналов). Если это условие не будет выполнено, то какие последствия на ТВ изображении могут быть?

5.6. Какое влияние на ТВ изображение оказывают завал или подъем АЧХ яркостного канала в области верхних частот? А к каким последствиям приводит завал (подъем) этой АЧХ в низкочастотной области спектра?

5.7. Назовите способы коррекции АЧХ яркостного канала в области нижних и верхних частот? Какие из них применены в исследуемом декодере?

5.8. В чем заключается сущность методов снятия АЧХ устройств и векторограмм сигналов?

5.9. Какую роль играет контур на входе декодера? Нарисуйте его АЧХ. Как сказывается неточность его настройки на ТВ изображение?

5.10. Какие АЧХ должны иметь прямой и задержанный каналы?

5.11. Каково назначение ультразвуковой линии задержки? Какие предъявляют требования к точности времени задержки этой линии в декодерах *PAL* и *SECAM*?

5.12. Чем принципиально отличаются друг от друга частотные демодуляторы (детекторы) красного и синего сигнала?

5.13. Какое влияние оказывает неточность настройки частотных демодуляторов на качество ТВ изображения?

5.14. Какое влияние оказывают на ТВ изображение ошибки в настройке опорного генератора цветовой поднесущей в декодере PAL?

5.15. Каким образом восстанавливают зеленый цветоразностный сигнал в исследуемом декодере?

5.16. Какие функции выполняет устройство цветовой синхронизации?

5.17. Почему в телевизорах ЗУСЦТ при отключении сигналов цветовой синхронизации, передаваемых во время обратного хода по полю, цветная синхронизация изображения не нарушается?

5.18. В чем заключаются принципиальные отличия усилителей яркостного и цветоразностных сигналов?

5.19. Поясните сущность регулирования насыщенности в исследуемом декодере.

5.20. Каков принцип действия устройства ограничения тока луча?

5.21. Объясните назначение всех активных и регулировочных элементов на принципиальной схеме декодера.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

6.1. Результаты выполнения домашнего (п. 2.3, 2.4) и лабораторного (п. 4.1-4.6) заданий.

Осциллограммы напряжений и амплитудно-частотные характеристики должны быть выполнены в едином временном и частотном масштабах, в системах координат амплитуда-время и амплитуда-частота. Измеренные параметры сигналов, а также нулевые их значения указывайте непосредственно на осциллограммах.

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

**КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО ПРОЦЕССАМ,
МЕТОДАМ И УСТРОЙСТВАМ ДЕКОДИРОВАНИЯ
СИГНАЛОВ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

Автоматический баланс белого (АББ) – *Automatic White Balance (AWB)* – процесс автоматической установки (регулировки) баланса белого (ББ) в видеокамерах при изменении цветовой температуры ($t_{ц}^{\circ}$) и уровня освещенности передаваемого объекта, а в телевизорах – при разном изменении и уменьшении (из-за старения кинескопа) катодных эмиссий (токов) электронных прожекторов и неодинаковой светоотдачи люминофоров каждого цвета.

Другие обозначения АББ – *ATW (Auto Tracing White Balance)*, *AWC (Automatic White Control)*.

Баланс белого – *White Balance* – поддержание (обычно автоматически) определенных соотношений между яркостями изображений трех основных цветов (красного, зеленого и синего) с целью правильного (без окрашивания в какой-либо цветовой тон) опорного белого цвета. Различают статический и динамический баланс белого.

Статический баланс белого устанавливают при отсутствии модулирующих видеосигналов таким, чтобы во всем диапазоне изменения яркости телевизионного экрана белый цвет его свечения оставался естественным.

Динамический баланс белого устанавливают при наличии модулирующих видеосигналов таким образом, чтобы все черно-белые участки цветного изображения во всем динамическом диапазоне яркости экрана (от черного до белого) воспроизводились без окраски.

Баланс белого контролируют и регулируют с помощью

изображения черно-белых градационных полос (градационной шкалы). При этом яркость полос в направлении от черной к белой должна соответствующим образом (ступеньками) возрастать, а их цветность – оставаться неизменной.

Блок цветности – эксплуатационно неавтономная, но схемно и конструктивно законченная часть телевизора, выполняющая самостоятельную функцию – преобразование полного цветового видеосигнала в сигналы (например, основных цветов – красного, зеленого и синего), управляющие модуляцией (интенсивностью) токов лучей в воспроизводящем устройстве, в частности, цветном кинескопе.

Видеоусилитель – широкополосное устройство усиления видеосигнала до необходимого уровня (нескольких десятков вольт, если нагрузкой усилителя служит кинескоп) с требуемым качеством. Нормы на допустимые искажения видеосигнала обычно устанавливаются в целом для всего видеотракта.

Минимизации искажений добиваются коррекцией амплитудно-частотной (АЧХ) и фазочастотной (ФЧХ) характеристик видеоусилителя.

В видеоусилитель может быть введена коррекция искажений, возникающих в других звеньях видеотракта, например, апертурная и противошумовая коррекции.

Восстановитель постоянной составляющей – устройство восстановления постоянной составляющей видеосигнала, утерянной при прохождении такого сигнала через переходную (разделительную) RC-цепь (см. также *Фиксирующая цепь*).

Выключатель цветности – *Colour Killer* – устройство, отключающее процесс декодирования сигнала цветности в тех случаях, когда на вход декодера поступает сигнал другой

системы (стандарта) цветного телевидения, на обработку которого он не рассчитан, а также при приеме черно-белых программ. Это предотвращает появление на экране телевизора искусственной окраски и цветного шума.

Деко́дер цветного телевидения – устройство, выполняющее декодирование полного цветового видеосигнала (ПЦВС). Он преобразует ПЦВС в сигналы, управляющие модуляцией цветного кинескопа. Основные операции, выполняемые в декодере: разделение ПЦВС на составляющие яркости и цветности, задержка (обычно регулируемая) яркостного сигнала, демодуляция (детектирование) сигнала цветности, увеличение крутизны перепадов в видеосигналах (с целью улучшения яркостной и цветовой четкостей), матрицирование и усиление модулирующих сигналов.

См. также *Блок цветности*.

Декодирование – процесс, обратный кодированию. Представляет собой преобразование кодированного сигнала в исходный (некодированный), непосредственно содержащий (отображающий) передаваемую информацию. В телевизионной технике реализуется с помощью различных декодирующих устройств – декодеров, например, телетекста, цветности.

Демодуляция – операция, обратная модуляции. Заключается в выделении низкочастотного модулирующего сигнала (непосредственно содержащего передаваемую информацию) из высокочастотного модулированного сигнала – радиосигнала. Высокочастотное колебание (несущая, поднесущая) может быть промодулирована по амплитуде, фазе или частоте. Операция тождественна детектированию.

В телевизионной и видеотехнике используются все виды упомянутых модуляций: амплитудная – при передаче полного телевизионного сигнала по каналу связи, амплитудно-фазовая

– при передаче информации о насыщенности и цветовом тоне (в системах с квадратурной балансной модуляцией – *NTSC*, *PAL*), частотная – о цветности (в системе *SECAM*) и звуковом сопровождении телевизионных программ, а также об аудио- и видеоинформации при видеозаписи.

Динамическая коррекция телесного цвета – преобразование цветовых тонов всех цветов, которые на цветовой диаграмме близки к телесному цвету, в один цветовой тон.

Динамическая регулировка контраста (ДПК) – *Dynamic Contrast Control (DCC)* – операция управления динамическим диапазоном контраста в процессе работы аналого-цифрового телевизора.

Каждому элементу изображения присваивается один из множества (например, 32-х) уровней серого (от черного до белого). Специальный алгоритм обработки определяет, какой фрагмент изображения нужно изменить, осветляя или затемняя его, чтобы поддержать оптимальное соотношение черного и белого. В результате белые, серые и черные полутона оптимально расширяются по всему диапазону яркостей, что позволяет, например, «проявить» невидимые ранее темные детали изображения, а на светлых участках более плавно воспроизвести градации оттенков. Алгоритм учитывает физиологические особенности зрения: если изображение имеет высокий контраст, то он не меняется.

Эффект действия динамической регулировки заметен, прежде всего, при воспроизведении низкоконтрастных изображений и просмотре в затемненном помещении.

Дифференциальная фаза – нежелательное изменение фазы (фазового сдвига) сигнала цветности при изменении мгновенного значения (уровня) яркостного сигнала. Является параметром, характеризующим нелинейность усилителя композитного видеосигнала.

Допуск на изменение фазы определяется видом кодирования информации о цветности, т.е. типом вещательной системы. Наиболее жесткие требования предъявляются в системе *NTSC*, где фазовая ошибка во избежание заметности искажения цветового тона должна быть менее 5° .

Дифференциальное усиление – нежелательное относительное изменение амплитуды сигнала цветности при изменении размаха яркостного сигнала. Параметр характеризует нелинейность усилителя композитного видеосигнала.

В связи с тем, что в амплитуде сигнала цветности заложена информация о насыщенности телевизионного изображения (в системах с амплитудно-фазовой модуляцией), к искажениям которой глаз менее критичен, амплитудные ошибки могут достигать, например, в системе *NTSC* 12 %.

Канал цветности телевизора – часть канала изображения телевизора, служащая для выделения сигнала цветности из полного цветового видеосигнала и последующей его обработки. На его выходе образуются цветоразностные сигналы. Принцип построения определяется используемой системой цветного телевидения.

Основными узлами стандартного канала цветности *SECAM* являются корректоры высокочастотных и низкочастотных предыскажений, ультразвуковая линия задержки на строку, электронный коммутатор, частотные детекторы и каскад цветовой синхронизации.

В состав канала цветности *PAL* входят полосовой фильтр, блок задержки, генератор опорной поднесущей, синхронные детекторы и устройство цветовой синхронизации.

Кроме основных узлов в каналы цветности вводят с целью улучшения качества цветного изображения дополнительные, например, корректор цветовой четкости, а в многостандартные каналы цветности еще и распознаватели систем цветного телевидения.

Канал яркости телевизора – часть канала изображения телевизора, обеспечивающая выделение сигнала яркости из полного цветового видеосигнала и последующую его обработку.

Корректор цветности – *Croma Corrector* – устройство коррекции сигнала, содержащего в себе информацию о цветности передаваемого изображения. Результатом коррекции является изменение (приближение к естественной цветности) насыщенности и цветового тона, а также подавление цветового шума на телевизионном изображении. Операция выполняется в канале цветности.

Красная (синяя) строка – *Red (Blue) Horizontal Line* – строка телевизионной развертки в системе *SECAM*, в которой передается информация о красном (синем) цвете.

Линия задержки – устройство в виде пассивного четырехполюсника, предназначенное для задержки сигналов на заданный интервал времени без существенного изменения их формы. По принципу действия и конструкции линии задержки делят на кабельные, искусственные линии с сосредоточенными или распределенными параметрами, ультразвуковые, гираторные, цифровые и на приборах с зарядовой связью. Время задержки может составлять от десятков наносекунд до сотен микросекунд.

В телевизионной и видеотехнике линии используются для задержки, например, сигналов яркости (в среднем на 0,33 мкс) и цветности (на время одной или двух строк – 64 или 128 мкс).

Номенклатура цветных полюс – перечень уровней сигналов основных цветов (красного, зеленого и синего) при формировании полного цветового видеосигнала цветных по-

лос, обозначаемый последовательностью четырех чисел, записываемых через дробь, из которых первое показывает уровень сигналов при формировании сигнала белой полосы, второе – черной полосы, третье – максимальный уровень сигналов при формировании сигналов цветных полос (желтой, голубой, зеленой, пурпурной, красной и синей), четвертое – минимальный уровень тех же сигналов при формировании сигналов тех же цветных полос.

Ограничение яркости и контраста – операция, позволяющая улучшить качество телевизионного изображения и продлить срок службы кинескопа.

Просмотр телевизионных программ при больших значениях яркости и контраста изображения вызывает утомление глаз. Кроме того, при повышенном контрасте изображение выглядит излишне резким, а высокая яркость снижает срок службы кинескопа. Поэтому в телевизоры вводят устройства автоматического ограничения яркости и контраста. Уменьшение контраста происходит в случае большой яркости изображения, что делает последнее более естественным. Следует также отметить, что применение подобных ограничений компенсирует несбалансированность уровней сигналов многопрограммного телевизионного вещания (особенно в местных кабельных сетях) при переключении каналов.

Расширение синего – *Blue Stretch* – функция (операция) улучшения проработки светлых деталей телевизионного изображения, заключающаяся в смещении всех цветовых тонов, близких на цветовой диаграмме к яркому белому, в сторону голубого оттенка. Считают, что это вызывает у зрителя ощущение более яркого и контрастного изображения.

Расширение чёрного – *Black Stretch* – функция (операция) улучшения проработки темных фрагментов телевизион-

ного изображения, заключающаяся в растягивании (расширении) яркостного сигнала вблизи области черного таким образом, что уровень серого в сигнале смещается (подтягивается) к уровню черного (или уровню гашения). В результате обработки участки изображения почти черного цвета приобретают дополнительные градации, а яркие остаются неизменными. Поэтому темные предметы становятся лучше различимыми на темном фоне. Например, можно различить контуры дерева на фоне темного леса. Таким образом повышается контраст темных деталей, следовательно, и изображения в целом. При этом более полно используется светотехническая характеристика кинескопа.

Данная операция выполняется с сигналом яркости в усилителе с регулируемой нелинейной амплитудной характеристикой и только тогда, когда сигнал имеет большой динамический диапазон и когда это проявляется более заметно.

Другие названия операции: *Black Expand*, *Black Level Expansion*.

Стробирование – выделение сигнала, отличающегося определенными признаками (например амплитудой, длительностью, положением на временной оси), реализуемое устройством совпадения, пропускающим сигнал с выбранным признаком только при воздействии на него стробирующего импульса. Операция используется, например, в телевизорах систем *NTSC* и *PAL* для выделения сигнала цветовой синхронизации (цветовой вспышки).

Стробировующий импульс – импульс, предназначенный для стробирования сигнала, например, цветовой вспышки в системах *NTSC* и *PAL*. В этом случае фронт стробимпульса должен совпадать с началом вспышки, а его спад – с ее окончанием. Такой импульс можно использовать и для фиксации уровня черного (восстановления постоянной составляющей

видеосигнала).

Различают двухуровневый (SC) и трехуровневый (SSC) стробирующие импульсы.

Улучшение контраста изображения. Сущность обобщенного варианта технологии заключается в усилении черного цвета (увеличение глубины черного) на темных участках изображения, а белого цвета – на светлых участках, что в целом повышает контраст изображения во всем диапазоне яркости. На практике можно ограничиться лишь частью операции, например, расширить диапазон контраста лишь в темных местах изображения (см. «*Расширение черного*»).

В зарубежной литературе подобные технологии улучшения контраста имеют различные названия, например, *Contrast Expand*, *Perfect Contrast*, *Perfect Clear*.

См. также *Динамическая регулировка контраста*.

Улучшение (коррекция) цветовых переходов – *Color Transient Improvement (CTI)* – операция автоматической подстройки формы аналоговых цветоразностных сигналов, позволяющая улучшить проработку цветовых переходов и мелких деталей, т.е. повысить цветовую резкость и четкость телевизионного изображения.

Суть метода заключается в том, что в каждом из цветоразностных сигналов ($R - Y$ и $B - Y$) искусственно увеличивается крутизна перепадов импульсного сигнала, соответствующих переходам от одного цвета к другому. Это уменьшает размытость в местах изменения цвета: переходы становятся более резкими. В результате изображение визуально воспринимается как с более высокой резкостью и четкостью. Это особенно заметно на экранах больших размеров и при воспроизведении разноцветных движущихся объектов.

Подобная операция, достигаемая цифровым способом, в отличие от аналогового не подвержена временному сдвигу и

не зависит от цветовой насыщенности деталей изображения. Все цветовые переходы достаточно точно совпадают с изменениями яркостного сигнала.

Улучшение (коррекция) яркостных переходов – Luminance Transient Improvement (LTI) – операция автоматической регулировки параметров яркостного сигнала, позволяющая повысить качество воспроизведения границ раздела между разнояркими деталями (резкость изображения), а также улучшить проработку мелких деталей черно-белого изображения, т.е. его четкость.

Ультразвуковая линия задержки (УЛЗ) – линия задержки сигнала, принцип действия которой заключается в преобразовании задерживаемых электрических колебаний в ультразвуковые, задержке последних на соответствующее время в звукопроводе (за счет относительно малой скорости распространения ультразвука) и обратном преобразовании задержанных ультразвуковых колебаний в электрические.

Материалом звукопровода обычно служит плавленный кварц, а преобразователями электрических колебаний в ультразвуковые и обратно – пьезоэлектрические преобразователи, использующие соответственно обратный и прямой пьезоэффекты.

Линии УЛЗ применяются для задержки сигнала цветности в декодирующих устройствах цветных телевизоров (систем *PAL* и *SECAM*), а также для компенсации выпадений сигналов в видеомагнитофонах. Время задержки выбирают равным одной или двум телевизионным строкам (64 или 128 мкс).

Фиксирующая цепь – цепь фиксации (привязки) на заданном уровне какого-либо мгновенного значения напряжения в периодическом сигнале (в частности, видеосигнале), потерявшем в процессе передачи постоянную (среднюю)

составляющую.

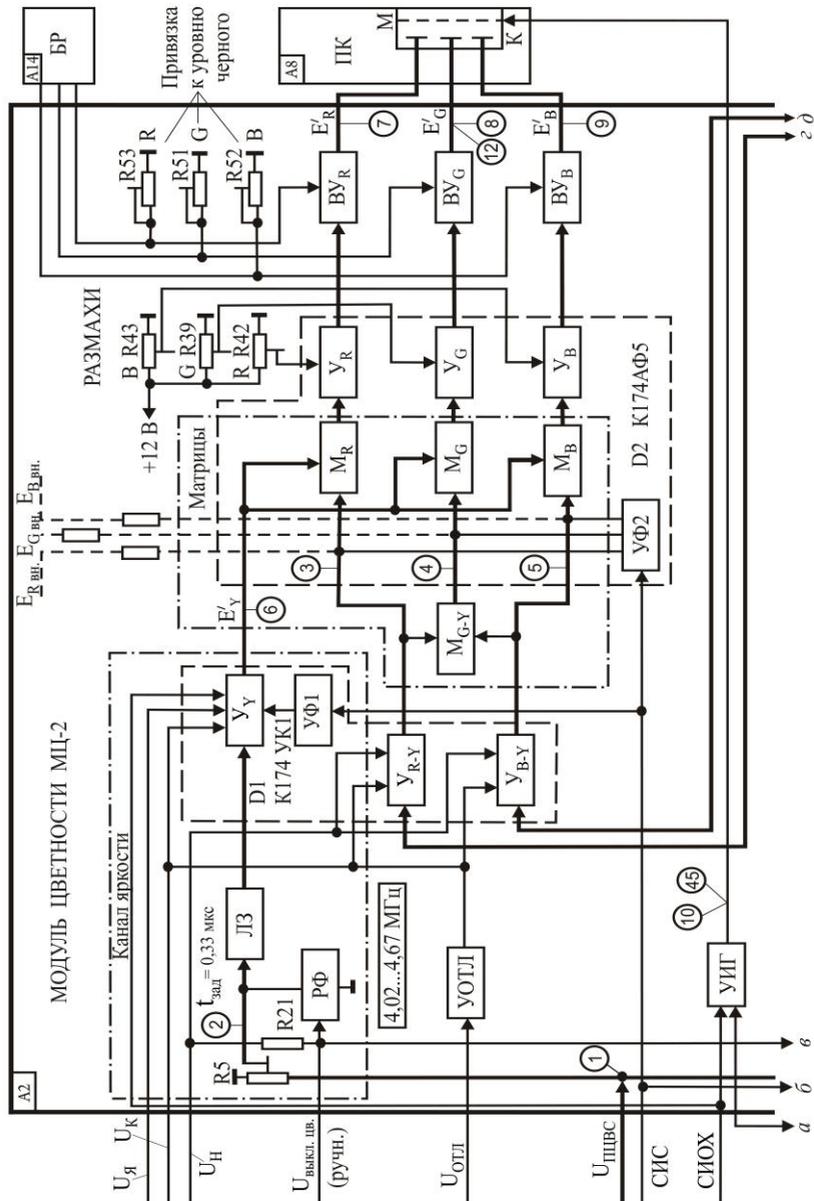
В результате фиксации напряжение во время следования гасящих импульсов становится всегда одним и тем же и равным постоянному напряжению (уровню фиксации), которое служит напряжением смещения для следующего каскада.

Фиксирующие цепи используются для восстановления постоянной составляющей в различных точках телевизионного тракта, например, гамма-корректоре, амплитудных ограничителях, модуляторе радиопередатчика, а также видеоусилителем в тракте телевизионного приемника.

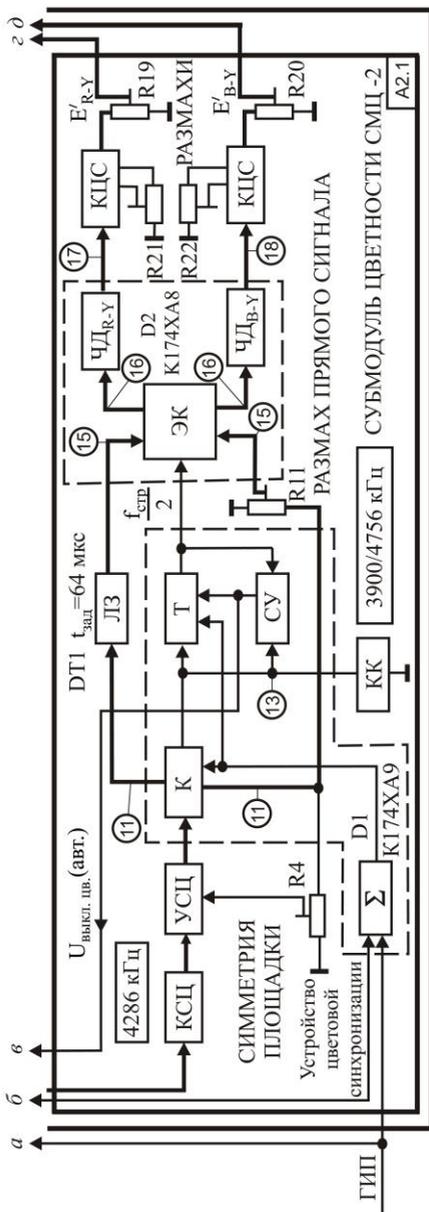
Фиксирующие цепи делятся на *неуправляемые* (простые) и *управляемые*.

Цветовая синхронизация – *Color Synchronization* – принудительное установление и поддержание синхронности и (или) синфазности сигналов цветности в системах вещательного телевидения.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОДУЛЯ ЦВЕТНОСТИ МЦ-2



Продолжение прил. 2



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ МОДУЛЯ ЦВЕТНОСТИ МЦ-2 ПО ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ

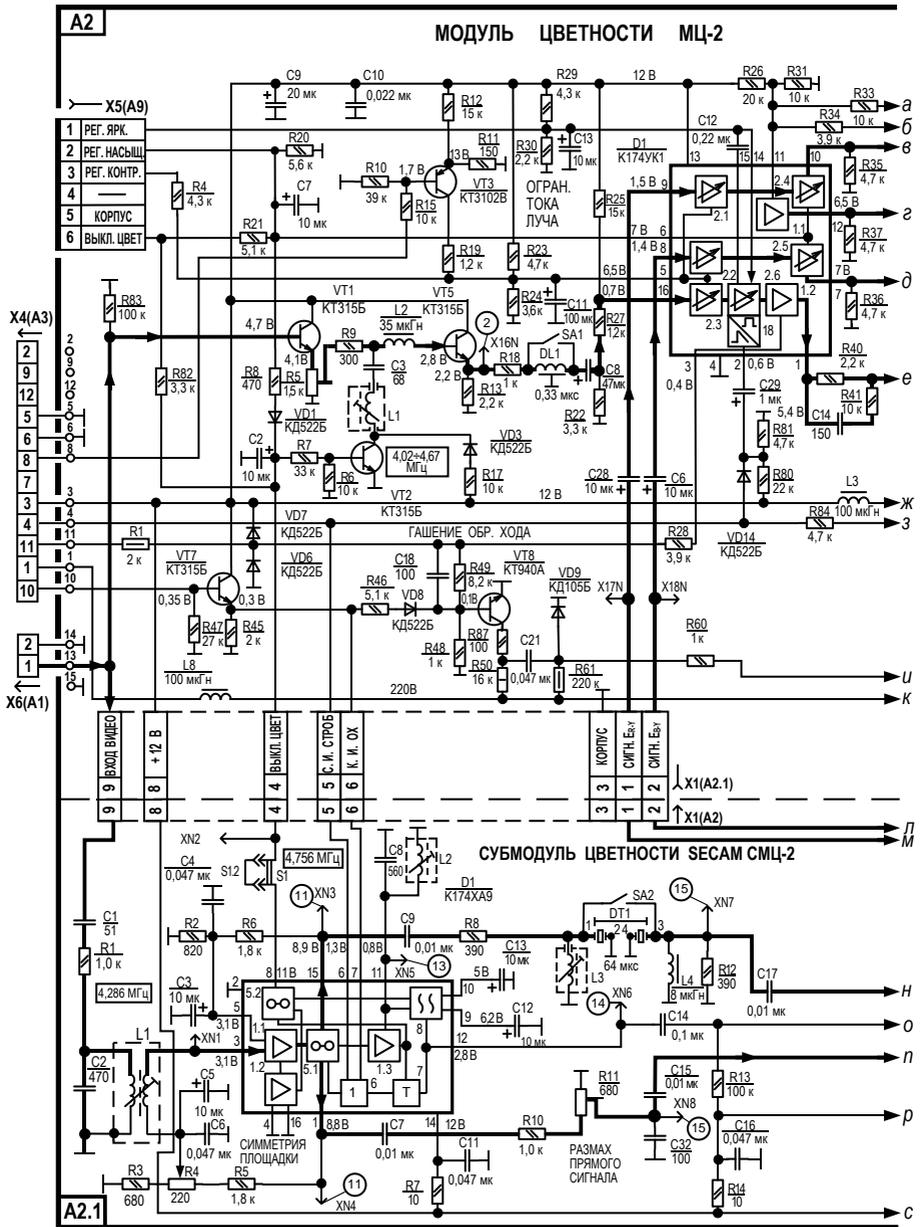
Блок (модуль) цветности является одним из наиболее важных функциональных устройств цветного телевизора, от которого существенно зависит качество как цветного, так и черно-белого изображения.

Модуль цветности МЦ-2 рассчитан на совместную работу с submodule цветности SECAM СМЦ-2 (рис. ПЗ.1). При этом непосредственно в модуле МЦ-2 выполняются такие операции:

- формирование сигнала яркости (E'_Y);
- режекция сигнала цветности (в яркостном канале) при приеме сигнала цветного телевидения;
- электронная регулировка контраста, цветовой насыщенности и яркости;
- усиление красного и синего цветоразностных сигналов (E'_{R-Y} и E'_{B-Y});
- матрицирование;
- усиление сигналов основных цветов (E'_R , E'_G и E'_B);
- формирование импульсов гашения обратного хода лучей;
- ограничение тока лучей кинескопа;
- фиксация уровня черного.

Одновременно в submodule СМЦ-2 осуществляются следующие операции:

- выделение из полного цветового видеосигнала (ПЦВС) сигналов цветности (u_{CIR} и u_{CIB}) и их усиление;
- коррекция предыскажений сигналов цветности и цветоразностных сигналов, т.е. высокочастотных (ВЧ) и низкочастотных (НЧ) предыскажений;



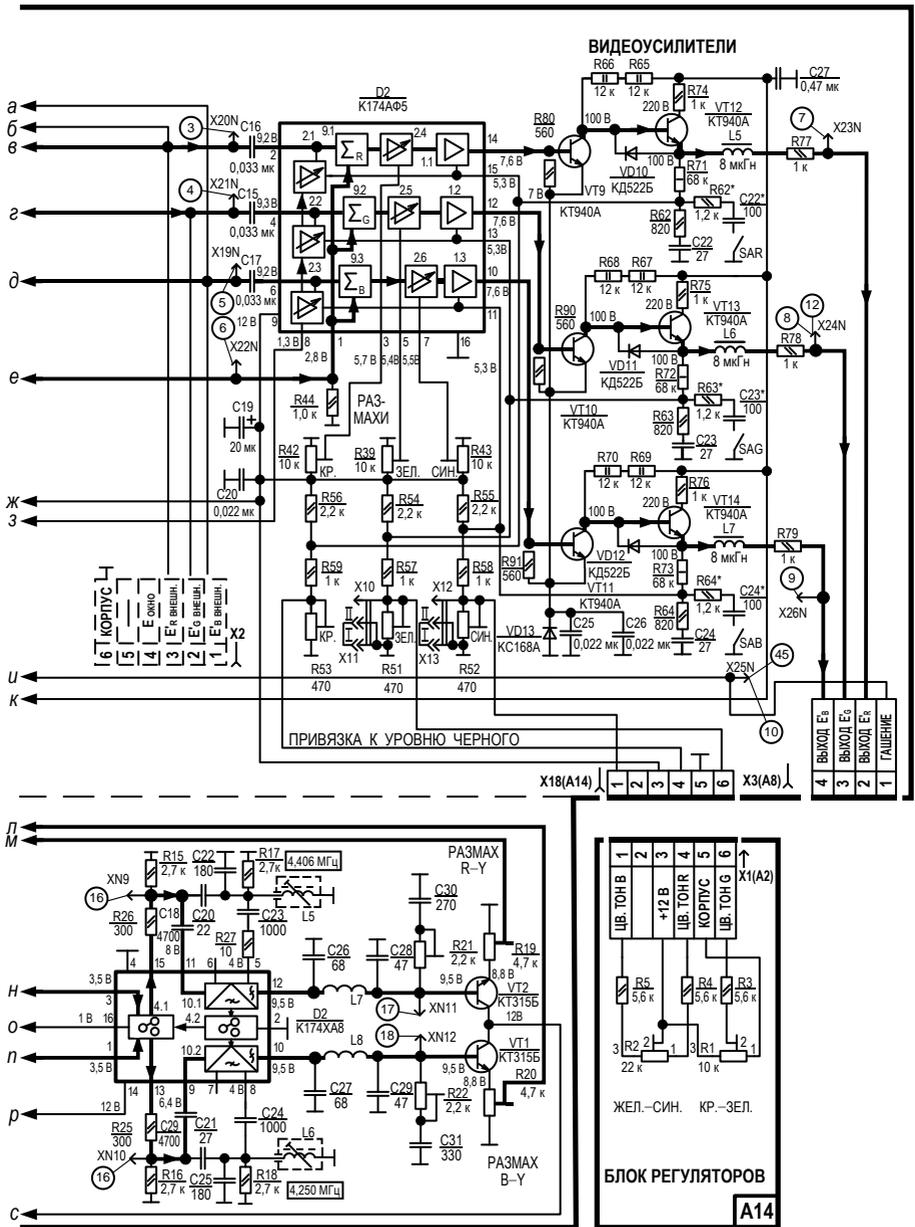


Рис. ПЗ.1. Принципиальная схема модуля цветности МЦ-2 (продолжение)

- подавление сигналов цветности во время обратных ходов по строкам и по кадрам (точнее, полям);
- цветовая синхронизация;
- электронная коммутация сигналов цветности и их демодуляция (детектирование);
- автоматическое выключение канала цветности при приеме сигналов черно-белого телевидения.

1. Канал яркости

Полный цветовой видеосигнал с выхода модуля радиоканала МРК-2-5 через контакт 1 соединителя X_6 поступает на базу транзистора VT_1 , выполняющего функцию эмиттерного повторителя. Его нагрузкой служит подстроечный резистор R_5 , с помощью которого устанавливается исходный (начальный) размах входного сигнала (в итоге, яркостного сигнала).

Сигнал яркости E'_y формируется в цепи базы транзистора VT_5 , где с помощью режекторного фильтра C_3L_1 подавляется сигнал цветности при переходе (включении) транзистора VT_2 в режим насыщения. С эмиттерной нагрузки R_{13} яркостный сигнал через резистор R_{18} , широкополосную линию задержки DL_1 , последовательную цепочку C_8R_{27} и вывод 16 микросхемы D_1 поступает на вход регулируемого усилителя 2.3. Резисторы R_{18} и R_{22} служат для согласования линии задержки по входу и выходу. Делитель $R_{25}R_{27}R_{22}$ определяет режим усилителя 2.3 по постоянному току.

С выхода усилителя 2.3 сигнал яркости внутри микросхемы подается на регулируемый усилитель 2.6, выполняющий функцию электронного регулятора яркости. Необходимое в этом случае регулирующее напряжение поступает на усилитель с регулятора яркости – переменного резистора R_2 («ЯРКОСТЬ»), установленного на плате оперативных регулировок A_{13} , – через вывод 14 микросхемы D_1 и контакт 1 соединителя X_5 . Делитель $R_{29}R_{30}$ устанавливает режим

усилителя по постоянному току и определяет пределы регулировки яркости.

С контактов 1 и 2 соединителя $X1$ с субмодуля цветности через конденсаторы $C28$ и $C6$ и выводы 9 и 8 микросхемы $D1$ на регулируемые усилителем 2.1 и 2.2 поступают цветоразностные сигналы E'_{R-Y} и E'_{B-Y} соответственно.

После дополнительного усиления также регулируемые усилителями 2.4 и 2.5 цветоразностные сигналы через выводы 10 и 7 этой же микросхемы подаются на пассивную матрицу $R31R33R34$ для формирования недостающего зеленого цветоразностного сигнала E'_{G-Y} . Последний выделяется на резисторе $R31$ и через вывод 11 микросхемы поступает на вход усилителя 1.1, а после усиления и инвертирования – на вывод 12 микросхемы – выход зеленого цветоразностного сигнала.

С выхода усилителя 1.2 (вывода 1 микросхемы $D1$) через делитель $R40R44$ и вывод 1 микросхемы $D2$ яркостный сигнал E'_Y амплитудой примерно 1 В подается на все три матрицы: Σ_R , Σ_G и Σ_B (9.1, 9.2 и 9.3). Верхнее плечо делителя зашунтировано корректирующей цепью $C14R41$.

Одновременно на каждую из трех матриц с выводов 10, 12 и 7 микросхемы $D1$ через конденсаторы $C16$, $C15$ и $C17$ поступают цветоразностные сигналы E'_{R-Y} , E'_{G-Y} и E'_{B-Y} соответственно. В результате сложения цветоразностных сигналов с сигналом яркости на выходах матриц формируются сигналы основных цветов E'_R , E'_G и E'_B , которые затем поступают на регулируемые усилители 2.4, 2.5 и 2.6. На усилители также подаются постоянные напряжения через выводы 3, 5 и 7 микросхемы $D2$ с подстроечных резисторов $R42$, $R39$ и $R43$ («РАЗМАХИ»). При изменении этих напряжений меняется коэффициент усиления регулируемых усилителей и тем самым производится регулировка усиления сигналов основных цветов. С регулируемых усилителей 2.4, 2.5 и 2.6 сигналы E'_R , E'_G и E'_B подаются на дифференциальные усилители 1.1, 1.2 и 1.3 и далее на выходы микросхемы $D2$ (выводы 14, 12 и 10).

2. Выходные видеоусилители

Сигналы основных цветов усиливаются до уровня, необходимого для катодной модуляции токов лучей кинескопа, тремя двухкаскадными видеоусилителями. Все видеоусилители (BV_R , BV_G и BV_B) собраны по одинаковой схеме. Поэтому рассмотрим принцип действия одного из них, например предназначенного для усиления сигнала красного цвета E'_R .

С выхода дифференциального усилителя 1.1 микросхемы $D2$ через вывод 14 сигнал красного цвета поступает на базу транзистора $VT9$, с коллекторной нагрузки ($R65R66$) которого данный сигнал затем подается на базу выходного транзистора $VT12$. Первый каскад видеоусилителя собран по схеме с общим эмиттером, а второй – по схеме эмиттерного повторителя. Высокое входное сопротивление выходного каскада на транзисторе $VT12$ позволило увеличить нагрузку предыдущего каскада (резисторы $R65$, $R66$) до 24 кОм и тем самым уменьшить его коллекторный ток. В то же время малое выходное сопротивление каскада на транзисторе $VT12$ существенно снизило влияние емкости монтажа и междуэлектродной емкости кинескопа на форму амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) видеоусилителя. С нагрузочных резисторов $R71$, $R59$ и $R53$ через дроссель $L5$, резистор $R77$ и контакт 2 соединителя $X3$ сигнал E'_R поступает на катод красного электронно-оптического прожектора (ЭОП) кинескопа.

Требуемые полоса пропускания и коэффициент усиления выходного каскада обеспечиваются с помощью отрицательной обратной связи (ООС). Напряжение ООС снимается с части нагрузки $VT12$ (резисторов $R59$ и $R53$) и через вывод 15 микросхемы $D2$ подается на усилитель 1.1.

Коррекция АЧХ в области высоких частот (ВЧ) производится цепью $R62C22$ и дросселем $L5$. Диод $VD10$ обеспечивает быстрый разряд нагрузочной (паразитной) емкости, когда входной транзистор $VT9$ открыт. Благодаря этому фронты и

спады видеоимпульсов оказываются примерно одинаковыми.

Напряжения эмиттеров всех первых каскадов усилителей одинаковы и стабилизированы элементами *VD13*, *C25* и *C26*.

В модуле МЦ-2 предусмотрена возможность отключения зеленого и синего ЭОП. Это достигается перестановкой перемычек *X11* и *X13* (в соединителях *X10* и *X12*) из положения I в положение II, что приводит к закрыванию соответствующего ЭОП из-за возрастания напряжения на его катоде до +220 В. Например, при перестановке перемычки *X11* из положения I в положение II шунтируется на корпус напряжение, снимаемое с резистора *R51*. Тем самым смещается уровень постоянной составляющей на выходе усилителя зеленого сигнала до +220 В. Такой режим может быть использован при регулировках статического и динамического сведения лучей, а также чистоты цвета.

3. Устройство режекции и выключения цвета

Подавление (режекцию) сигнала цветности в полном цветовом видеосигнале, обрабатываемом в яркостном канале при приеме цветного изображения, обеспечивает режекторный фильтр *L1C3*, настроенный на частоты 4,02...4,67 МГц и включенный между сигнальной шиной и корпусом через открытый до насыщения транзистор *VT2* (работающий в ключевом режиме). При приеме черно-белого изображения предусмотрено выключение фильтра с целью улучшения четкости изображения. Переключение фильтра может быть произведено автоматически или вручную.

При ручном управлении в положении контактов 1-2 (4-5) выключателя *S2* («ВКЛ./ВЫКЛ. ЦВЕТА»), расположенного в блоке управления *A9*, напряжение +12 В через контакт 6 соединителя *X5* и резистор *R21* поступает на вывод 6 микросхемы *D1*, где оно используется для открывания усилителей цветоразностных сигналов 2.4 и 2.5, т.е. включения канала

цветности. Одновременно это напряжение подается через резистор $R82$ и делитель $R7R6$ на базу транзистора $VT2$, который открывается им до насыщения. В результате при приеме цветного изображения режекторный фильтр $C3L1$ оказывается подключенным через открытый транзистор $VT2$ к корпусу, что и обеспечивает подавление сигнала цветности в ПЦВС.

В другом положении выключателя $S2$ напряжение $+12$ В перестает поступать на усилители 2.4 и 2.5, которые в этом случае закрываются, а транзистор $VT2$, перешедший в режим отсечки, отключает от корпуса режекторный фильтр. Выключение канала цветности используется также при регулировке баланса белого, сведения лучей и чистоты цвета.

Закрытый диод $VD3$ препятствует соединению катушки режекторного фильтра через резистор $R17$ с источником питания. Это позволяет устранить влияние элементов режекции на АЧХ яркостного канала при приеме черно-белого изображения.

Основными элементами устройства автоматического включения и выключения режекторного фильтра и канала цветности в процессе приема как цветного, так и черно-белого изображения служит тот же транзистор $VT2$ модуля цветности, а также компаратор 8 и выключатель цвета 5.2, входящие в состав микросхемы $D1$ субмодуля цветности. При приеме цветного изображения, следовательно, наличии сигнала цветовой синхронизации (СЦС) на выходе компаратора 8 образуется управляющее напряжение, пропорциональное разности потенциалов на конденсаторах $C12$ и $C13$. Это напряжение управляет выключателем цвета 5.2, создающим на выводе 8 микросхемы напряжение около $+11$ В, которое через перемычку $S1.2$, контакт 4 соединителя $X1$, резисторы $R82$ и $R21$ и вывод 6 микросхемы $D1$ поступает на регулируемые усилители, а через резистор $R7$ – на базу транзистора $VT2$. Канал цветности открывается, а режекторный фильтр $C3L1$ подсоединяется к корпусу.

При приеме черно-белого изображения управляющее напряжение на выходе компаратора отсутствует, а выключатель цвета 5.2 замыкает вывод 8 микросхемы $D1$ субмодуля на корпус. Тогда на базе транзистора $VT2$ в модуле цветности устанавливается нулевой потенциал и транзистор закрывается. Поэтому режекторный фильтр $C3L1$ оказывается отсоединенным от корпуса и не влияет на форму АЧХ яркостного канала. Одновременно через диод $VD1$ и резистор $R8$ замыкается на корпус вывод 6 микросхемы $D1$ модуля цветности, что приводит к закрыванию (выключению) канала цветности.

Диод $VD1$ в модуле цветности устраняет влияние регулировки насыщенности на режим транзистора $VT2$, так как при приеме цветного изображения он закрыт положительным напряжением, установленным на выводе 8 микросхемы $D1$ субмодуля цветности.

Элементы $R8$, $R7$, $R6$, $VD3$ и $R17$ определяют также режим работы транзистора $VT2$ по постоянному току.

4. Фиксация уровня черного

Для правильного матрицирования яркостного сигнала с цветоразностными сигналами, следовательно, правильного воспроизведения серой шкалы при изменении контраста и содержания изображения необходимо осуществить привязку (фиксацию) уровня черного в яркостном сигнале, т. е. установить рабочую точку на анодно-сеточной (модуляционной) характеристике кинескопа с помощью регулятора яркости таким образом, чтобы уровень черного в сигнале совпадал с точкой отсечки тока лучей, т.е. с точкой запираания кинескопа $U_{зан}$ (рис. ПЗ.2а), следовательно, и с уровнем черного на экране кинескопа. В то же время предусматривается возможность для телезрителя сделать изображение на экране более светлым или более темным, сдвинув рабочую точку тем же регулятором яркости, что приводит к изменению уровня

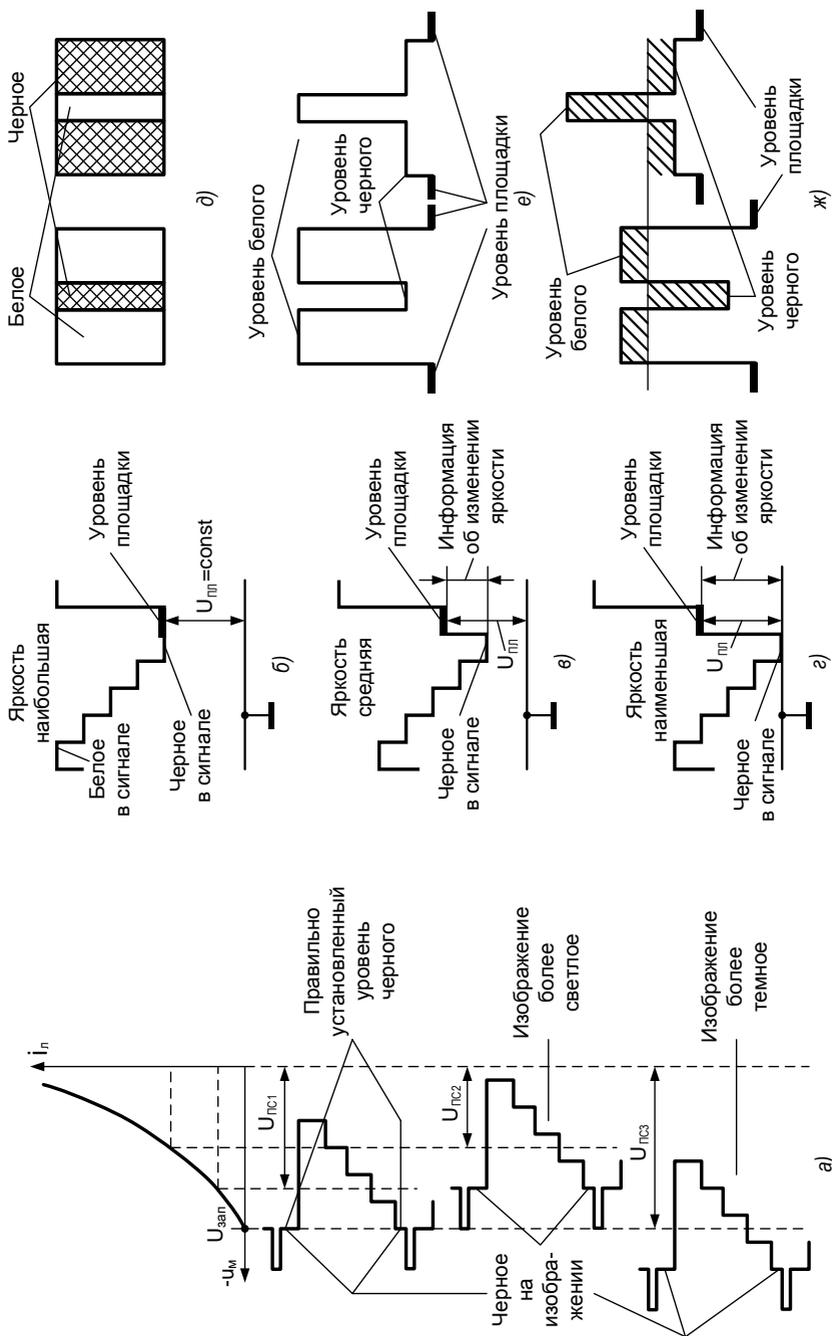


Рис. П3.2. К пояснению процесса фиксации уровня черного

черного на изображении (см. рис. ПЗ.2а).

С целью сохранения установленного уровня черного его фиксируют специальным устройством. При этом изменение сюжета изображения, как и ручная регулировка контраста, приводит лишь к изменению яркости белого и градаций серого, оставляя постоянным уровень черного.

Уровень черного в модуле МЦ-2 фиксируется дважды: в регулируемом (в микросхеме *D1*) и выходных видеоусилителях. В микросхеме *D1* для этой цели используют специальный формирователь 18, выполняющий первую управляемую фиксацию уровня черного.

С субмодуля синхронизации разверток (УСР) на формирователь через контакт 4 соединителя *X4*, диод *VD14*, конденсатор *C29* и вывод 2 микросхемы *D1* подаются строчные стробирующие импульсы. Сформированные устройством 18 импульсы поступают на регулируемый усилитель 2.6, к которому через вывод 15 микросхемы подключен накопительный конденсатор *C12*. Одновременно с регулятора яркости *R2* («ЯРКОСТЬ»), расположенного на плате оперативных регулировок *A13*, напряжение через резистор *R5*, контакты 1 соединителей *X1* и *X5* подается на вывод 14 микросхемы, к которому подключена вторая обкладка накопительного конденсатора *C12* и регулируемый усилитель 2.6. Напряжение зарядки конденсатора зависит от уровня черного в яркостном сигнале и значения напряжения, поступающего от регулятора яркости *R2*. При изменении напряжения, устанавливаемого регулятором *R2*, происходит перезарядка конденсатора *C12*, что и позволяет сохранить установленный уровень черного.

Из-за наличия переходных (разделительных) конденсаторов *C15*, *C16* и *C17* теряется постоянная составляющая и нарушается связь по постоянному току выходных видеоусилителей с регулятором яркости. Для восстановления уровня яркости необходимо ввести в яркостный сигнал информацию об уровне яркости и по ней в каждом из выходных усили-

телей BV_R , BV_G и BV_B произвести повторную привязку уровня черного.

Информация об установленной яркости передается с помощью специально сформированного опорного уровня (площадки), который не зависит от уровня белого и черного в передаваемом изображении (т.е. содержания изображения) и создается на участке яркостного сигнала, отведенном для передачи строчного гасящего импульса (СГИ). Площадка формируется в усилителе яркостного сигнала 1.2 микросхемы DI , куда с контакта 11 соединителя $X4$ через ограничительную цепь $RIVD6$, резистор $R28$ и вывод 3 микросхемы поступают строчные импульсы обратного хода (СИОХ).

Положение уровня черного в сигнале и самого сигнала относительно уровня площадки в зависимости от установки регулятора яркости представлено на рис. ПЗ.2б в положении наибольшей, а на рис. ПЗ.2в и ПЗ.2г – соответственно средней и наименьшей яркости. При этом информация о яркости изображения определяется различием между уровнем черного и уровнем площадки.

На рис. ПЗ.2д показаны два изображения – преимущественно светлое и преимущественно темное. В сигналах, полученных при передаче таких изображений с сохранением постоянной составляющей, уровни белого и черного одинаковы (рис. ПЗ.2е).

При потере постоянной составляющей, когда уровни белого и черного в сигнале на интервале одной строки зависят от содержания изображения, условие равенства уровней нарушается. Уровень черного в изображении, преимущественно светлом, становится более отрицательным (рис. ПЗ.2ж), чем при передаче сигнала преимущественно темного (за нулевой уровень принято положение нейтральной оси). В то же время пропорционально изменяется уровень площадки, что и позволяет использовать его для повторной фиксации уровня черного в каждом из выходных видеоусилителей.

Таким образом, сформированный на выводе 1 микросхе-

мы $D1$ яркостный сигнал содержит опорные импульсы, уровень которых не зависит от содержания принимаемого изображения и регулировки яркости.

Повторную фиксацию уровня черного выполняют устройства 2.1, 2.2 и 2.3 в микросхеме $D2$, действующие по одному принципу. Поэтому рассмотрим, как действует такое устройство применительно к одному из видеоусилителей, например, красному.

С части нагрузки транзистора $VT12$ (резисторов $R59$, $R53$) через вывод 15 микросхемы $D2$ на вход устройства фиксации 2.1 подается видеосигнал, который содержит опорные импульсы (уровни площадки) с информацией о яркости. На другой вход фиксатора 2.1 с контакта 4 соединителя $X4$ через резистор $R84$ и вывод 8 микросхемы $D2$ поступают стробирующие импульсы. Во время обратного хода строчной развертки устройство фиксации 2.1 открывается и на его выходе, подключенном к выводу 2 микросхемы, образуется постоянное напряжение, пропорциональное амплитуде опорного импульса (уровню площадки). Это напряжение заряжает конденсатор $C16$ и подается на вход красной матрицы \sum_R (9.1). Напряжение зарядки конденсатора сохраняется на время прямого хода, когда передается информация об изображении. Это напряжение поступает на катод красного ЭОП и определяет рабочую точку на модуляционной характеристике при выбранной яркости. Изменяя с помощью подстроечного резистора $R53$ напряжение на выводе 15 микросхемы $D2$ (входах усилителя 1.1 и устройства фиксации 2.1), можно регулировать уровень постоянной составляющей красного цветоразностного сигнала E'_{R-Y} , поступающего на матрицу \sum_R , следовательно, и уровень черного в сигнале основного цвета E'_R .

Аналогично подстроечными резисторами $R51$ и $R52$ устанавливаются уровни черного в сигналах E'_G и E'_B соответственно.

Подстроечные резисторы $R1$ и $R2$, установленные на пла-

те блока регуляторов *A14* и подключенные к модулю цветности с помощью соединителей *X1* и *X18*, так же, как и подстроечные резисторы *R51*, *R52* и *R53* в МЦ-2, изменяют уровни черного на катодах кинескопа, что приводит к изменению окраски свечения экрана, т.е. цветового тона воспроизводимого изображения.

5. Формирование импульсов гашения

Устройство гашения обратного хода лучей реализовано на транзисторах *VT7* и *VT8*. На базу транзистора *VT8* с контакта 11 соединителя *X4* через ограничительную цепь *R1VD6* и элементы *C18* и *R49* поступают строчные импульсы обратного хода СИОХ. Одновременно на базу этого же транзистора с контакта 10 того же соединителя через эмиттерный повторитель *VT7* и элементы *R46* и *VD8* подаются импульсы обратного хода кадровой (полевой) развертки. Эти импульсы открывают транзистор *VT8*, и на его коллекторной нагрузке *R50* образуется смесь прямоуольных импульсов отрицательной полярности размахом 200... 220 В. Сформированные таким образом импульсы гашения через конденсатор *C21*, резистор *R60* и контакт 1 соединителя *X3* поступают на плату кинескопа *A8* и далее на его модуляторы, обеспечивая гашение обратного хода лучей по горизонтали и вертикали.

Диод *VD8* препятствует переходу транзистора *VT8* в режим насыщения, устраняя тем самым искажение («затягивание») среза импульсов гашения. Диод *VD9* позволяет поддерживать напряжение на модуляторе кинескопа во время прямого хода вблизи нуля. Это дает возможность устанавливать уровень черного на катодах кинескопа при меньшем значении положительного напряжения и облегчает режим работы выходных видеоусилителей. Кроме этого, диод *VD9* защищает транзистор *VT8* от междуэлектродных пробоев в кинескопе.

6. Ограничение тока лучей кинескопа

Каскад ограничения тока лучей выполнен на транзисторе *VT3*, управляемом напряжением, пропорциональным току лучей кинескопа. Коллектор этого транзистора через резистор *R19* подсоединен к шине, по которой напряжение регулировки контраста подается на вывод 5 микросхемы *D1*, а эмиттер через делитель *R12R11* – к источнику напряжения +12 В. На базу транзистора *VT3* через делитель *R15R10* с контакта 8 соединителя *X4* от модуля строчной развертки МС-3 поступает напряжение, пропорциональное току лучей. Такое напряжение создается в модуле МС-3 последовательной цепью, образованной делителем напряжения *R22R23* и выпрямителем *VD7R20C12*.

В режиме, не требующем ограничения тока лучей, транзистор *VT3* закрыт напряжением смещения, создаваемым делителем *R12R11*. При этом подстроечный резистор *R20* («ОГРАНИЧЕНИЕ ТОКА ЛУЧА») устанавливается в такое положение, чтобы при суммарном токе лучей 1000 мкА напряжение на базе транзистора *VT3* не превышало 1,7 В.

При увеличении тока лучей свыше 1000 мкА напряжение на резисторе *R20* и соответственно на базе транзистора *VT3* возрастает и транзистор открывается. В результате напряжение, установленное регулятором контраста *R1* («КОНТРАСТ») на плате оперативных регулировок и подаваемое с этого резистора на вывод 5 микросхемы *D1* через резистор *R4*, шунтируется на корпус цепью *R19VT3R11*, уменьшая ток лучей и контраст изображения.

7. Субмодуль цветности СМЦ-2

Полный цветовой видеосигнал через контакт 9 соединителя *X1* и последовательную цепочку *C1R1* подается на корректор сигнала цветности (корректор высокочастотных

строенный на частоту 4,286 МГц. Конденсатор $C1$ подавляет НЧ составляющие. Контур выделяет из ПЦВС частотно-модулированные поднесущие (сигналы цветности) красной и синей строк.

С вторичной обмотки катушки индуктивности $L1$ сигналы цветности поступают через вывод 3 микросхемы $D1$ на усилитель-ограничитель (УО) 1.1. Резисторы $R2...R6$ обеспечивают режим работы этого каскада по постоянному току. С помощью подстроечного резистора $R4$ («СИММЕТРИЯ ПЛОЩАДКИ») производят симметрирование входного сигнала.

В микросхеме $D1$, кроме усиления и ограничения сигналов цветности, осуществляется их гашение во время обратных ходов строчной и кадровой (полевой) разверток, цветовая синхронизация, а также автоматическое включение и выключение канала цветности.

После усиления и ограничения сигналы цветности поступают на ключевой каскад 5.1, имеющий три выхода: в каналы прямого и задержанного сигналов (выводы 1 и 15) и на устройство цветовой синхронизации 1.3 (внутри микросхемы). Для подавления сигналов цветности во время обратных ходов в ключевой каскад от сумматора 6 поступает смесь кадровых (полевых) и строчных гасящих импульсов. Выходы ключевого каскада (выводы 1 и 15) связаны по постоянному току отрицательной обратной связью со входами усилителя-ограничителя 1.1. через резисторы $R6, R2, R5, R4$ и $R3$.

Сигнал цветности в канале прямого сигнала с вывода 1 микросхемы $D1$ через конденсатор $C7$, делитель $R10R11$ и разделительный конденсатор $C15$ поступает на вывод 1 микросхемы $D2$ и далее на первый вход электронного коммутатора 4.1. На вывод 3 этой же микросхемы и далее на второй вход коммутатора 4.1 с вывода 15 микросхемы $D1$ через разделительный конденсатор $C9$, резистор $R8$, линию задержки $DT1$ и разделительный конденсатор $C17$ поступает задержанный (на

время одной строки) сигнал.

Согласование линии задержки по входу обеспечивается катушкой $L3$ и резистором $R8$, а по выходу – дросселем $L4$ и резистором $R12$. Подстроечный резистор $R5$ («РАЗМАХ ПРЯМОГО СИГНАЛА») предназначен для установки одинаковых по размаху сигналов, поступающих на электронный коммутатор из прямого и задержанного каналов.

В микросхеме $D2$ производится электронная коммутация сигналов цветности, поступающих затем в красный и синий каналы, их усиление и детектирование. Переключением ветвей электронного коммутатора управляют импульсы полустроочной частоты. Они формируются симметричным триггером 7 в микросхеме $D1$ и поступают через вывод 12 микросхемы и конденсатор $C14$ на вывод 16 микросхемы $D2$ и далее на управляющий вход электронного коммутатора.

С выходов коммутатора 4.1 сигналы цветности, несущие информацию о красном и синем цветах, через выводы 15 и 13 поступают соответственно на нагрузочные резисторы $R26$, $R15$ и $R25$, $R16$, и далее через конденсаторы $C18$ и $C19$, выводы 11 и 9 – на частотные детекторы 10.1 и 10.2. Частотный детектор 10.1, в состав которого входит контур $C23C22L5R17$, выделяет красный цветоразностный сигнал E'_{R-Y} , а детектор 10.2 с контуром $C24C25L6R18$ – синий E'_{B-Y} .

Сигналы E'_{R-Y} и E'_{B-Y} с выходов частотных детекторов (выводов 12 и 10 микросхемы $D2$) поступают через фильтры нижних частот (ФНЧ) $C26L7C28$ и $C27L8C29$, предназначенные для подавления остаточных сигналов цветности, на эмиттерные повторители, собранные на транзисторах $VT2$ и $VT1$. К базе каждого из этих транзисторов подключены цепи коррекции НЧ преобразования (R21C30 и R22C31). Необходимый размах цветоразностных сигналов при регулировке матрирования устанавливаются подстроечными резисторами $R19$ («РАЗМАХ R – Y») и $R20$ («РАЗМАХ B – Y»). Затем красный и синий цветоразностные сигналы с этих резисторов поступают через контакты 1 и 2 соединителя $X1$ на модуль цветности.

8. Устройство цветовой синхронизации

Устройство цветовой синхронизации (УЦС), или опознавания цвета, рассчитано на покадровый и построчный способы цветовой синхронизации. В состав УЦС входят: ключевой каскад 5.1, усилитель 1.3, симметричный триггер 7 и компаратор 8, расположенные в микросхеме *D1* субмодуля цветности.

Ключевой каскад 5.1 выделяет из сигнала цветности прямоугольные пакеты немодулированных цветных поднесущих, передаваемые на задней площадке строчных гасящих импульсов (СГИ), и трапецеидальные модулированные сигналы цветовой синхронизации, передаваемые на задней площадке гасящих импульсов полей (ГИП) в течение девяти строк, которые затем поступают на усилитель 1.3. К этому усилителю через вывод 11 микросхемы подсоединен контур *L2C8*, настроенный на частоту сигналов опознавания синих строк (3,9 МГц). Во время интервала кадрового (полевого) гашения контур выделяет сигналы опознавания синих, одновременно подавляя сигналы опознавания красных строк.

Выделенные контуром пакеты, следующие через строку, поступают через вывод 11 микросхемы в компаратор 8, где сравниваются по фазе с импульсами полустрочной частоты, формируемыми симметричным триггером 7. Данный триггер управляется строчным стробирующими импульсами, поступающими на него с субмодуля синхронизации УСР через контакт 5 соединителя *X1* и вывод 6 микросхемы. В результате работы компаратора на конденсаторах *C12* и *C13*, подключенных к его выходам через выводы 9 и 10 микросхемы, образуются напряжения, пропорциональные амплитудам сигналов в синих и красных строках.

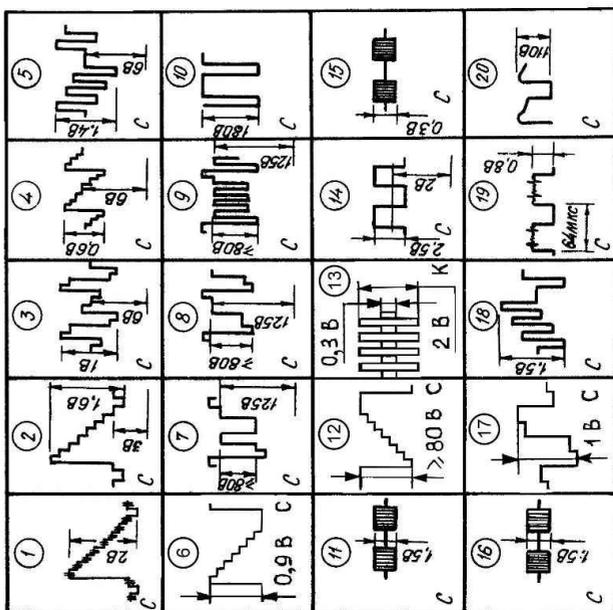
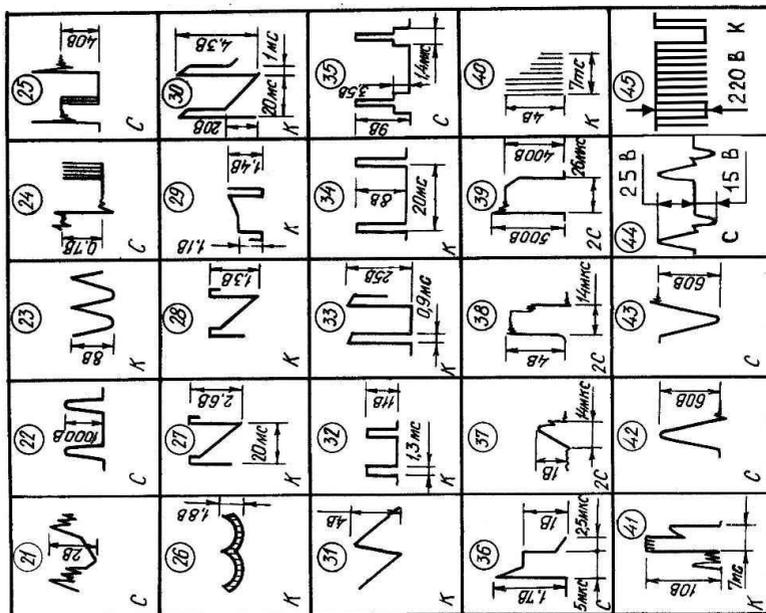
При приеме сигнала цветного изображения эти напряжения оказываются различными по размаху. При правильной фазе работы триггера напряжение на выводе 10, соответствующее красным строкам, меньше напряжения на выводе 9. Это

объясняется тем, что сигнал опознавания красных строк подавлен контуром $L2C8$. При этом на выходах компаратора образуется управляющее напряжение, пропорциональное разности напряжений на конденсаторах, которое подается на выключатель цвета 5.2 и на триггер для коррекции его фазы.

Если фаза работы триггера неправильная, то разность напряжений на выводах 9 и 10 микросхемы $D1$ меняет свой знак, что приводит к коррекции фазы симметричного триггера и правильности переключения ветвей электронного коммутатора в микросхеме $D2$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ВОЗМОЖНЫЕ ФОРМЫ СИГНАЛОВ В КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧКАХ



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Телевидение: учебник для вузов / В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин и др.; под ред. В.Е. Джаконии. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 616 с.
2. Быков Р.Е. Основы телевидения и видеотехники: учебник для вузов / Р.Е. Быков. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 399 с.
3. ГОСТ 21879-88. Телевидение вещательное. Термины и определения.
4. ГОСТ 7845-92. Система вещательного телевидения. Основные параметры. Методы измерений.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие рекомендации по выполнению лабораторной работы.....	1
2. Домашнее задание и указания по его выполнению.....	2
3. Контрольные вопросы к домашнему заданию.....	4
4. Лабораторное задание и указания по его выполнению.....	5
5. Контрольные вопросы к лабораторному заданию.....	8
6. Содержание отчета.....	10
Приложение 1. Краткий словарь терминов по процессам, методам и устройствам декодирования сигналов цветного телевидения.....	11
Приложение 2. Структурная схема модуля цветности МЦ-2.....	22
Приложение 3. Описание принципа действия модуля цветности МЦ-2 по принципиальной схеме.....	24
Приложение 4. Возможные формы сигналов в контрольных точках.....	43
Библиографический список.....	44

ИССЛЕДОВАНИЕ
МНОГОСИСТЕМНОГО ДЕКОДЕРА ЦВЕТНОСТИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

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

Составитель Зеленин Иван Алексеевич

В авторской редакции

Компьютерный набор В.И. Демьяновой

Подписано к изданию 01.12.2015.

Уч.-изд. л. 2,8. «С».

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