

ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный технический университет»

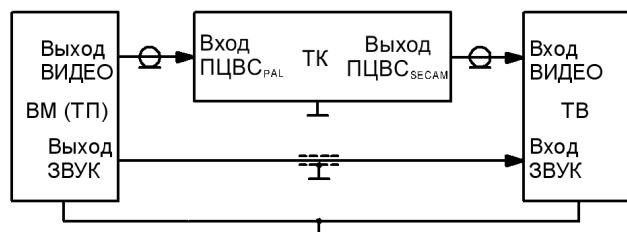
Кафедра радиоэлектронных устройств и систем

561-2015

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСКОДЕРА

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



Воронеж 2015

Составитель доцент И.А. Зеленин

УДК 621.397.132.52 + 621.397.65 (07)

Исследование транскодера: 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. 31 с.

Методические указания содержат домашнее и лабораторное задания, рекомендации по их выполнению. Приведены основные теоретические сведения о принципе построения транскодера.

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

Ил. 4. Табл. 3. Библиогр.: 2 назв.

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

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1.1. Цель работы:

изучение принципа построения транскодера (преобразователя) PAL-SECAM;

экспериментальное исследование электрических процессов, протекающих в основных узлах транскодера;

определение взаимосвязи качества воспроизводимого на экране цветного телевизора изображения с параметрами формируемого видеосигнала и характеристиками узлов;

приобретение практических навыков работы с транскодером, его регулирования и настройки.

1.2. При выполнении домашнего задания студенты должны изучить:

методы преобразования системы с одновременной передачей цветов в систему с последовательной передачей цветов и наоборот;

принцип действия транскодера PAL-SECAM по структурной (функциональной) схеме.

1.3. На лабораторных занятиях студенты должны экспериментально убедиться в правильности основных положений теории перекодирования сигнала PAL в сигнал SECAM.

1.4. Для выполнения лабораторного задания необходимо использовать следующие приборы и оборудование:

макет транскодера PAL-SECAM;

лабораторный стенд на базе цветного телевизора системы SECAM;

видеомагнитофон формата VHS или тестовый прибор «Ласпи ТТ-03»;

осциллограф с блоком выделения телевизионной (ТВ) строки С1-81;

измеритель частотных характеристик (ИЧХ) X1-7Б;

частотомер ЧЗ-34.

При выполнении лабораторного задания (проведении экспериментальных исследований) следует соблюдать порядок и правила по безопасности жизнедеятельности, изложенные в методическом руководстве к лабораторной работе № 1 по дисциплине «Основы телевидения и видеотехники».

2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Изучить принцип действия транскодера PAL-SECAM.

2.2. Изобразить спектр полного цветового видеосигнала на входе транскодера.

2.3. Составить структурную схему каскада задержки в канале цветности PAL и показать с помощью векторных диаграмм его способность разделить сигнал цветности на две квадратурные составляющие до синхронного детектирования.

2.4. Рассчитать параметры полосового фильтра для выделения из полного цветового видеосигнала системы PAL (ПЦВС_{PAL}) сигнала цветности.

2.5. Рассчитать параметры фильтра нижних частот 5-го порядка для выделения из видеосигнала ПЦВС_{PAL} яркостного сигнала.

2.6. Определить относительный допуск на частоту цветовой поднесущей системы PAL, а также абсолютный и относительный допуски на частоту строк этой же системы, если абсолютный допуск на частоту цветовой поднесущей установлен равным ± 5 Гц.

2.7. Рассчитать текущие значения девиаций частот Δf_R и Δf_B и мгновенные значения частот цветных поднесущих f_R и f_B системы SECAM на цвете C , если заданы размахи цветоразностных сигналов D'_R и D'_B в относительных единицах.

Пункты 2.1-2.4 и 2.6 выполняют все студенты в равной степени (независимо от индивидуального варианта), а пп. 2.5 и 2.7 – в соответствии со своим вариантом (табл.1, 2).

В первую очередь (п. 2.1) ознакомьтесь с общим принципом преобразования сигналов из одной системы цветного телевидения в другую, а затем изучите способ и устройство перекодирования сигнала PAL в сигнал SECAM на основе материала из приложений 1 и 2 данного руководства. Обратите внимание на последовательность, особенность и физическую сущность выполняемых в транскодере операций.

Спектр полного цветового видеосигнала системы PAL ПЦВС_{PAL} и его структура (п. 2.2) представлены в [1, с. 298—299]. Обратите внимание на выбор частоты цветовой поднесущей и расположение гармоник цветности и яркости относительно этой частоты.

Изучить структуру и особенности каскада задержки, используемого в декодере системы PAL (п. 2.3), можно на основе материала из [1, с. 294-296].

Полосовой фильтр, необходимый для выделения из полного цветового видеосигнала ПЦВС_{PAL} сигнала цветности, можно реализовать на параллельном резонансном контуре, включенном последовательно с фильтром нижних частот, служащим для выделения яркостного сигнала. При расчете такого контура (п. 2.4) нужно правильно подобрать его добротность. Она должна быть такой, чтобы обеспечить требуемое перекрытие спектра сигнала цветности системы PAL.

В качестве фильтра нижних частот 5-го порядка (п. 2.5) можно использовать, например, двухзвенный П-образный LC-фильтр (рис. 1). Значения индуктивностей

и емкостей (с достаточной для практического использования фильтра точностью) допускается рассчитывать по формулам

$$L \text{ [мкГн]} = \frac{K_L}{f_{cp} \text{ [МГц]}} \quad \text{и} \quad C \text{ [пФ]} = \frac{K_C}{f_{cp} \text{ [МГц]}} ,$$

где $K_{L1} = K_{L2} = 10,91$; $K_{C1} = K_{C3} = 3650$; $K_{C2} = 6287$; f_{cp} – частота среза (табл. 2.1).

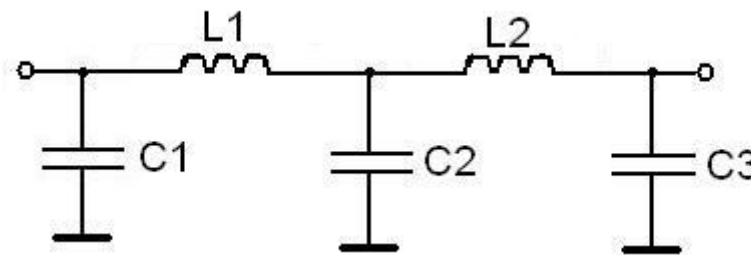


Рис. 1. Двухзвенный П-образный фильтр нижних частот

Таблица 1

К расчету ФНЧ

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Частота среза ФНЧ f_{cp} МГц	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5

После этого укажите оптимальное с вашей точки зрения значение частоты среза ФНЧ, сравните с расчетным и поясните предполагаемое влияние полученной разницы на качественные параметры транскодированного телевизионного изображения.

При расчете допусков на частоты (п. 2.6) сначала целесообразно написать формулу, определяющую значение частоты цветовой поднесущей PAL через гармоники строчной и кадровой частот. Далее надо учесть то, что частоту строк в системе PAL получают делением частоты цветовой поднесущей.

Текущие значения девиаций частот и мгновенные значения частот цветковых поднесущих (п. 2.7) можно определить по формулам (2.1.9-2.1.11), приведенным в [2, с. 57], и табл. 2.

Таблица 2

К расчету девиаций и частот

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Цветоразностный сигнал, отн. ед.:											
D'_R	0	-0,1	-0,2	0,9	1,0	0,8	-0,8	-1,0	-0,9	0,2	0,1
D'_B	0	-0,9	-1,0	0,4	0,3	-0,7	0,7	-0,3	-0,4	1,0	0,9

Укажите, какому цвету ближе всего соответствуют рассчитанные значения параметров.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ

3.1. Поясните необходимость использования устройств транскодирования в системах вещательного телевидения.

3.2. Какие главные операции нужно осуществить, чтобы обеспечить полное преобразование сигналов из одной системы цветного телевидения в другую?

3.3. Какую функцию выполняет транскодер?

3.4. В чем заключается сущность транскодирования сигналов в телевизионных системах с одним и тем же стандартом разложения?

3.5. Какие операции и в какой последовательности необходимо выполнить для транскодирования сигнала системы PAL в сигнал системы SECAM?

3.6. Перечислите и поясните возможные способы разделения полного цветового видеосигнала системы PAL на сигналы яркости и цветности. Какой из них является наиболее совершенным?

3.7. Можно ли выделить из полного цветового видеосигнала PAL яркостный сигнал с помощью лишь одного фильтра нижних частот (без режекторного фильтра)? Если да, то почему?

3.8. Какие требования предъявляют к параметрам упомянутого в предыдущем вопросе фильтра нижних частот?

3.9. К каким последствиям на транскодированном телевизионном изображении может привести неполное подавление фильтром нижних частот составляющих сигнала цветности PAL?

3.10. Какое влияние на телевизионное изображение может оказать ограничение верхних частот сигнала яркости?

3.11. Какие существуют способы повышения субъективной резкости транскодированного изображения? Поясните сущность одного из них.

3.12. Какой тип декодера сигнала PAL целесообразно использовать в транскодере PAL-SECAM?

3.13. В чем заключаются преимущества и недостатки декодера PAL с линией задержки на одну строку?

3.14. Что представляют собой сигналы на входе канала

цветности SECAM?

3.15. Каковы функции импульсного канала в транскодере?

4. ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

4.1 Просмотреть, зарисовать, измерить амплитуды, периоды следования и длительности сигналов на входе транскодера и выходах следующих узлов:

- а) разделителя полного цветового видеосигнала;
- б) линии задержки яркостного сигнала;
- в) сумматора сигналов яркости и цветности;
- г) коммутатора видеосигналов;
- д) реле обхода;
- е) каскада задержки сигнала цветности PAL;
- ж) синхронных детекторов;
- з) селектора вспышки;
- и) ФАПЧ поднесущей PAL;
- к) формирователя и коммутатора опорных поднесущих PAL;
- л) опознавателя системы PAL;
- м) формирователя импульсов полустрочной частоты PAL;
- н) формирователя модулирующего сигнала SECAM;
- о) частотного модулятора;
- п) делителя частоты на два в канале цветности SECAM;
- р) подавителя поднесущих и предсказителя сигнала цветности;
- с) опорного генератора;
- т) формирователя импульсов синхронизации разверток и гашения;
- у) формирователя импульсов цветовой синхронизации

и гашения поднесущих.

4.2. Снять амплитудно-частотные характеристики следующих узлов:

- а) фильтра нижних частот, выделяющего яркостный сигнал PAL;
- б) резонансного контура, выделяющего сигнал цветности PAL;
- в) фильтра нижних частот в тракте прохождения полного цветового видеосигнала SECAM.

4.3. Снять модуляционную характеристику частотного модулятора.

4.4. Исследовать работу узлов автоподстройки частоты.

4.5. Исследовать влияние изменений амплитудных, временных и частотных параметров обрабатываемых и формируемых сигналов на качество транскодированного телевизионного изображения.

Сначала уточните принцип действия исследуемого транскодера PAL-SECAM по структурной схеме в приложении 2 (рис. П2.1). Ознакомьтесь с принципиальной схемой, назначением регулировочных элементов (табл. 3) и расположением контрольных точек, предназначенных для подключения измерительных приборов.

Таблица 3

Регулировочные, подстроечные и переключающие элементы, используемые при исследовании транскодера

Элемент	Назначение
L1	Настройка контура выделения сигнала цветности PAL.
L2	Настройка на центральную частоту $2f_{\text{лир}}=8,86$ МГц опорного генератора ФАПЧ.
L3	Подстройка времени задержки линии ЛЗц на

Продолжение табл. 3

Элемент	Назначение
	64 мкс для уменьшения перекрестных искажений.
<i>L4</i>	Настройка контура предискажений сигнала цветности SECAM.
<i>L5</i>	Настройка на центральную частоту частотного детектора в петле автоподстройки частотного модулятора.
<i>R17</i>	Баланс суммирования прямого и задержанного сигналов для уменьшения перекрестных искажений.
<i>R24</i>	Размах цветоразностного сигнала E'_{R-Y} .
<i>R30</i>	Размах цветоразностного сигнала E'_{B-Y} .
<i>R79</i>	Настройка ФАПЧ формирователя импульсов синхронизации и гашения на частоту строк.
<i>R119</i>	Размах сигнала цветности SECAM.
<i>R129</i>	Симметрия полосы захвата ФАПЧ цветовой поднесущей PAL.
<i>R131</i>	Подстройка частоты немодулированной поднесущей $f_{OB}=4,25$ МГц в синей строке.
<i>R132</i>	Порог ограничения модулирующего сигнала для установки минимальной частоты сигнала цветовой синхронизации $f_{CIC.B}=3900$ кГц в синей строке.
<i>R138</i>	Регулировка размаха пьедестальных импульсов полустрочной частоты для установки частоты немодулированной поднесущей $f_{OR}=4,406$ МГц в красной строке.
<i>R140</i>	Регулировка фазы строчных синхроимпульсов.
<i>R148</i>	Порог ограничения модулирующего сигнала для установки максимальной частоты сигнала цветовой синхронизации $f_{CIC.K}=4756$ кГц в красной

Продолжение табл. 3

Элемент	Назначение
	строке.
<i>R150</i>	Установка рабочей точки частотного модулятора.
<i>C51</i>	Установка частоты частотного модулятора.
<i>SA1</i>	Выключение линии задержки из тракта прохождения яркостного сигнала.
<i>SA2</i>	Отключение сигнала цветности SECAM.
<i>SA3</i>	Отключение автоподстройки частоты частотного модулятора SECAM.
<i>SA4</i>	Отключение стробирующих импульсов, поступающих на селектор вспышки.
<i>SA5</i>	Отключение модулирующих импульсов цветовой синхронизации SECAM.
<i>SA6</i>	Отключение импульсов гашения поднесущих SECAM.

Включите в сеть видеоманитофон формата VHS («Электроника ВМ-12») (или тестовый прибор «Ласпи ТТ-03»), телевизор системы SECAM ЗУСЦ-51 («Рекорд ВЦ-381») и осциллограф с выбором строки (С1-81).

Подготовка и порядок работы с транскодером

Включение питающей сети и выбор режима работы АВТОМАТ-ОБХОД производятся с передней панели транскодера. Здесь же расположены световые индикаторы. Подключение входных и выходных сигналов осуществляется со стороны задней панели транскодера. Там же расположены сетевые предохранители.

Соедините транскодер с источником полного цветного видеосигнала и звукового сопровождения (видеоманитофо-

ном или тестовым прибором) и потребителем (телевизором) в соответствии с названиями соединителей на задней панели транскодера (рис. 2).

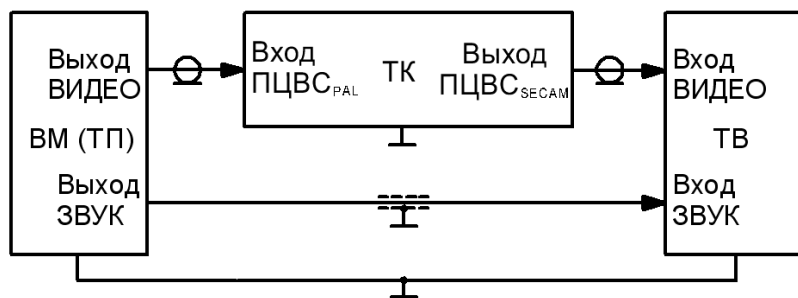


Рис. 2. Соединение транскодера (ТК) с видеомagneтофоном (ВМ), тестовым прибором (ТП) и телевизором (ТВ) системы SECAM

Подключите сетевой шнур к источнику электроэнергии 220 В и включите транскодер тумблером СЕТЬ. При этом должен засветиться светодиодный индикатор СЕТЬ ВКЛ. По прошествии 3 минут транскодер готов к работе.

Подайте на соединитель ВХОД ПЦВС_{PAL} полный цветовой видеосигнал системы PAL, установите переключатель АВТОМАТ-ОБХОД на передней панели транскодера в положение АВТОМАТ и убедитесь в том, что светодиодный индикатор ОБХОД погашен.

Подайте на соединитель ВХОД ЗВУК телевизора звуковой сигнал. Наблюдая изображение (цветных полос) на экране телевизора и прослушивая звуковое сопровождение, установите *нормальные* яркость, контраст, цветовой тон и насыщенность изображения соответствующими регуляторами телевизора (громкость целесообразно уменьшить до минимума).

Установите переключатель АВТОМАТ-ОБХОД в поло-

жение ОБХОД и убедитесь в том, что светится светодиодный индикатор ОБХОД и изображение на экране телевизора стало черно-белым. Отключите транскодер тумблером СЕТЬ и убедитесь в том, что изображение на экране остается черно-белым. Включите транскодер и установите переключатель АВТОМАТ-ОБХОД в положение АВТОМАТ. Транскодер готов к проведению измерений параметров и регулировке.

При выполнении п. 4.1 осциллограф необходимо последовательно подключать к соответствующим контрольным точкам (обозначенным на структурной схеме фигурками овальной формы), устанавливая на его экране 2 или 3 периода исследуемого сигнала. При необходимости изучения отдельных частей сигнала на меньшем временном интервале целесообразно воспользоваться множителем периода развертки « $\times 0,2$ » или блоком выделения телевизионной строки. Для вхождения в режим внешней синхронизации можно использовать соответствующие импульсы, вырабатываемые тестовым прибором (выходы расположены на задней панели) или транскодером (выходы формирователя импульсов синхронизации и гашения).

Для снятия амплитудно-частотных характеристик фильтров нижних частот и резонансного контура (п. 4.2) на входы этих узлов следует подавать частотно-модулированный сигнал от измерителя частотных характеристик X1-7Б, а с их выходов через детекторную головку – на вход измерителя. Предварительно нужно отключить от входа транскодера полный цветовой видеосигнал PAL, а от сумматора Σ – сигнал цветности SECAM выключателем SA2.

После этого снять зависимость частоты вырабатываемых генератором колебаний от напряжения модуляции, т.е. модуляционную характеристику частотного модулятора (п. 4.3) при отключенной (с помощью SA3) петле АПЧ, отсутствии видеосигнала на входе транскодера и импульсов

цветовой синхронизации (*ИЦС*) на входе формирователя модулирующего сигнала (*ФМС*) и подключенном к выходу модулятора или делителя частоты на 2 (*ДЧ:2*) частотомера. Модулирующее напряжение изменять резисторами *R132* и *R148* в таких пределах, чтобы перекрыть диапазон от 3900 до 4800 кГц. Для построения модуляционной характеристики достаточно иметь показания в 8-10 точках, т.е. примерно через каждые 100 кГц. По результатам измерений построить соответствующий график и определить соответствие реально-го отклонения частоты допуску, установленному стандартом.

При исследовании влияния автоматической подстройки частоты на качество транскодированного изображения (п. 4.4) следует поочередно размыкать петли автоподстройки выключателями *SA3* и *SA4*. Проанализируйте возможные причины изменения параметров телевизионного изображения.

Для изменения параметров декодируемых и кодируемых сигналов, а также импульсных последовательностей (п. 4.5) необходимо использовать регулировочные элементы, приведенные в табл. 4.1. Обратите внимание и зафиксируйте взаимосвязь изменяемого параметра сигнала и качества транскодированного изображения.

ВНИМАНИЕ! После каждой операции по изменению параметра регулировочный элемент **обязательно** установить в исходное положение (соответствующее нормальному изображению).

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАДАНИЮ

5.1. Охарактеризуйте входной и выходной сигналы в исследуемом транскодере.

5.2. Перечислите основные элементы (каналы обработки сигналов) транскодера.

5.3. Что представляет собой фильтр нижних частот, используемый в транскодере? Изобразите его схему и амплитудно-частотную характеристику.

5.4. Каким образом выделяется сигнал цветности PAL в исследуемом транскодере? Какова его амплитудно-частотная характеристика?

5.5. Поясните каким образом проявляется на телевизионном изображении неправильный выбор добротности резонансного контура, выделяющего сигнал цветности PAL?

5.6. На какую центральную частоту должен быть настроен упомянутый в предыдущем вопросе резонансный контур?

5.7. Объясните необходимость использования в исследуемом канале яркости линии задержки. Каковы ее параметры?

5.8. Как проявляется на транскодированном изображении исключение из тракта прохождения яркостного сигнала линии задержки?

5.9. Поясните принцип действия исследуемого декодера сигнала PAL по структурной схеме.

5.10. Каким образом выделяется в декодере PAL сигнал цветовой синхронизации (вспышка)?

5.11. Что представляют собой стробирующие импульсы, подаваемые на селектор вспышки?

5.12. Изобразите осциллограммы, показывающие временное соответствие стробирующих импульсов полному цветному видеосигналу на интервале строчного гашения.

5.13. Объясните принцип действия фазовой автоподстройки частоты в исследуемом декодере PAL.

5.14. Каким образом осуществляется формирование и коммутация поднесущих PAL?

5.15. Что представляют собой опорные сигналы поднесущих, поступающих на синхронные детекторы?

5.16. Какую роль играет каскад задержки в канале цветности PAL?

5.17. Как действует опознаватель системы PAL?

5.18. В каких операциях используются импульсы полустрочной частоты?

5.19. Как формируется модулирующий сигнал в исследуемом кодере SECAM?

5.20. Что представляет собой частотный модулятор? Какова его модуляционная характеристика?

5.21. Каким образом обеспечивается требуемая временная стабильность частот поднесущих в частотном модуляторе?

5.22. Чему равны отклонения частот цветовых поднесущих от номинальных значений при отключении ФАПЧ?

5.23. Как формируется сигнал цветности SECAM?

5.24. Поясните назначение сигналов, формируемых в импульсном канале исследуемого транскодера.

5.25. Какие требования предъявляются к качеству селекции синхросигналов?

5.26. Какие операции производятся в общем канале транскодера?

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

6.1. Результаты выполнения домашнего (пп. 2.2-2.7) и лабораторного (пп. 4.1-4.5) заданий.

Снятые осциллограммы (двух или трех строк) следует расположить одну под другой с соблюдением синхронности и синфазности электрических процессов при одном и том же временном масштабе. На графиках (осциллограммах и

амплитудно-частотных характеристиках) укажите измеренные и стандартные значения параметров, а также диапазоны их изменений, в пределах которых качество транскодированного изображения можно считать нормальным или с малозаметным ухудшением.

6.2. Краткие выводы по каждому пункту лабораторного задания и по работе в целом с аргументированными критическими замечаниями по поводу ее выполнения.

6.3. Все записи в отчете, включая оформление графиков и таблиц, должны производиться в соответствии с действующим стандартом ВГТУ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕОБРАЗОВАНИИ СИГНАЛОВ ИЗ ОДНОЙ СИСТЕМЫ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ В ДРУГУЮ

Необходимость обмена телевизионными (ТВ) программами как в реальном времени, так и записанными на магнитную ленту или диск, между странами, использующими разные стандарты развертки, или разложения (числа строк и полей), и разные системы цветного телевидения (методы кодирования и декодирования цветовой информации), привела к появлению преобразователей телевизионных сигналов. Кроме международного фактора это продиктовано требованиями Российского стандарта телевизионного вещания и особенностями отечественного видеорынка, на котором большинство видеозаписей выполнено по системе PAL. Однако пока не в каждый цветной телевизор, имеющийся у потребителя, встроен декодер PAL. Поэтому для просмотра таких видеозаписей в цветном виде на студии, например, кабельного телевидения или радиотелевизионном передающем центре следует использовать устройство преобразования сигналов цветности.

Полное преобразование сигналов из одной системы цветного телевидения в другую реализуют в два этапа:

- а) преобразование стандарта развертки, т.е. частот строк и полей, например, SECAM в NTSC или наоборот;
- б) транскодирование, т.е. преобразование стандарта цветного кодирования при сохранении стандарта развертки.

Транскодер – устройство, преобразующее полный цветовой видеосигнал (ПЦВС) из одной вещательной системы цветного телевидения в другую при одинаковых частотах разверток. Если это относится к сигналам, например, PAL и SECAM, то осуществляется преобразование системы с

одновременной передачей цветов (PAL) в систему с последовательной передачей цветов (SECAM) или наоборот. В России нашли практическое применение транскодеры PAL-SECAM.

Транскодирование (перекодирование) PAL-SECAM

Сущность преобразования (транскодирования) сигнала системы PAL (ПЦВС_{PAL}) в сигнал системы SECAM (ПЦВС_{SECAM}) заключается в демодуляции цветоразностных сигналов (ЦРС_{PAL}) и последующей модуляции этими сигналами поднесущих SECAM. Данный способ относительно прост и наиболее надежен в эксплуатации. При таком способе транскодирование сигналов цветного телевидения включает в себя следующие основные операции:

- а) разделение входного полного цветного видеосигнала ПЦВС_{PAL} на две составляющие – сигнал яркости $E'_{Y\ PAL}$ и цветности $u_{Ц\ PAL}$;
- б) демодуляция сигнала цветности первичной (преобразуемой) системы, или стандарта, (PAL) с целью получения цветоразностных сигналов ЦРС_{PAL};
- в) синтез поднесущих вторичной (преобразованной) системы (SECAM);
- г) модуляция новых поднесущих выделенными цветоразностными сигналами (формирование сигнала цветности вторичной системы $u_{Ц\ SECAM}$);
- д) суммирование выделенного сигнала яркости $E'_{Y\ PAL}$ с сигналом цветности вторичной системы $u_{Ц\ SECAM}$.

Структурная схема типового варианта транскодера PAL-SECAM в упрощенном виде приведена на рис. П1.1. Транскодер содержит четыре отдельных канала обработки и формирования сигналов: канал яркости PAL, канал цветности PAL, канал цветности SECAM и импульсный канал.

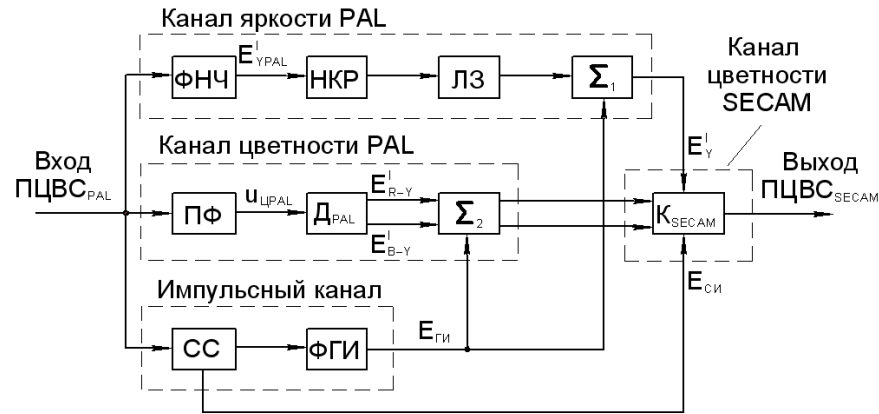


Рис. П1.1. Структурная схема транскодера PAL-SECAM: ФНЧ – фильтр нижних частот; НКР – нелинейный корректор резкости; ЛЗ – линия задержки; Σ_1 , Σ_2 – сумматоры; ПФ – полосовой фильтр; D_{PAL} – декодер PAL; K_{SECAM} – кодер SECAM; СС – селектор синхросигналов; ФГИ – формирователь гасящих импульсов

Канал яркости PAL. Фильтр нижних частот (ФНЧ) служит для отделения сигнала яркости от сигнала цветности. Такая операция возможна потому, что на частотах ниже 3 МГц составляющие сигнала цветности практически отсутствуют. Удобный способ построения фильтра ФНЧ с требуемыми параметрами заключается в раздельном синтезе его амплитудно- и фазочастотной характеристик. На практике обычно используют фильтр, имеющий равноволновую амплитудно-частотную характеристику как в полосе пропускания, так и в полосе задержания, в сочетании с фазовым корректором. Фильтр должен обеспечивать подавление сигнала цветности PAL не менее чем на 45-50 дБ. В обратном случае остаточные составляющие сигнала PAL образуют биения с частотно-модулированным сигналом цветности системы SECAM.

Более совершенный способ выделения сигнала яркости из полного цветового видеосигнала PAL заключается в применении гребенчатой фильтрации с задержкой на две строки и суммировании исходного сигнала с задержанным.

Ограничение полосы частот сигнала яркости до 3 МГц приводит к заметному снижению горизонтальной четкости транскодированного изображения. Для улучшения субъективной резкости такого изображения применяют нелинейный метод подчеркивания контуров (*CRISPENING*). Метод базируется на получении так называемого контурного сигнала в устройстве типа апертурного корректора, двухстороннем ограничении этого сигнала по минимуму с целью предотвращения возрастания уровня шума и добавлении полученного сигнала коррекции к исходному видеосигналу. Эти функции в рассматриваемом транскодере выполняет нелинейный корректор резкости (НКР).

Канал цветности PAL. Выделение сигнала цветности PAL (u_{CPAL}) из полного видеосигнала ПЦВС_{PAL} производится полосовым фильтром (ПФ), с выхода которого сигнал u_{CPAL} поступает на демодулятор, или декодер (D_{PAL}), выделяющий цветоразностные сигналы (E'_{R-Y} и E'_{B-Y}).

Для компенсации фазовых искажений сигнала цветности PAL, возникающих в трактах передачи и транскодера, следует использовать демодулятор с линией задержки на строку, т.е. декодер типа PAL_D (*D – Delay – задержка*). Такое устройство производит дополнительное ослабление (примерно на 3 дБ) яркостного сигнала, особенно полезное при транскодировании с точки зрения уменьшения цветовых перекрестных искажений. Кроме того, декодер с линией задержки заметно ослабляет неприятные мерцания вертикальных цветовых переходов с частотой 12,5 Гц и муары при передаче периодических горизонтальных цветных линий благодаря происходящему в нем усреднению цветоразностных сигналов каждых двух последовательных строк.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ИССЛЕДУЕМОГО ТРАНСКОДЕРА PAL-SECAM

Однако использование декодера с линией задержки на строку приводит к смещению цветовой информации по отношению к яркостной информации вниз (по вертикали) на половину шага строк в одном поле. С учетом того, что в декодере SECAM цветовая информация смещается по вертикали еще наполовину шага строк, полное смещение этой информации в транскодированном изображении составляет один строчный интервал (период), и оно может быть компенсировано в транскодере задержкой яркостного сигнала на одну строку ($LЗ$ – линия задержки на время $T_{cmp} = 64$ мкс, см. рис. П1.1).

Канал цветности SECAM. Функция, выполняемая этим каналом, по существу представляет кодирование сигнала по системе SECAM, что отражено на рис. П1.1 одним элементом – K_{SECAM} (кодером SECAM). Входными сигналами кодера являются сигналы яркости $E'_{Y PAL}$, цветоразностные сигналы E'_{R-Y} и E'_{B-Y} системы PAL с введенными в них (в сумматорах Σ_1 и Σ_2) импульсами гашения ($E_{ГИ}$) и синхроимпульсы ($E_{СИ}$), а выходной сигнал – полный цветовой видеосигнал системы SECAM ($ПЦВС_{SECAM}$).

Импульсный канал. Содержит амплитудный селектор синхроимпульсов ($СС$) и формирователь гасящих импульсов ($ФГИ$). В связи с тем, что в кодере K_{SECAM} цветовые поднесущие генерируются с помощью кварцевых фильтров и их начальные фазы должны быть привязаны к фазе внешнего синхросигнала, то селектор транскодера $СС$ должен выделять сигнал синхронизации $E_{СИ}$ с высокой фазовой (временной) стабильностью даже при воздействии различных дестабилизирующих факторов (например, при наличии шума и помех в тракте передачи).

Исследуемый транскодер предназначен для перекодирования полного цветowego видеосигнала (ПЦВС) системы PAL в ПЦВС системы SECAM. Основная область применения – преобразование (на телецентре) видеосигналов, воспроизводимых соответствующими аппаратами видеозаписи.

Входной сигнал транскодера – ПЦВС системы PAL ($ПЦВС_{PAL}$) номинальным размахом 2 В на высокоомном входном сопротивлении, выходной – ПЦВС системы SECAM ($ПЦВС_{SECAM}$) размахом 1 В на нагрузке 75 Ом.

Функциональная схема транскодера (без источника питания) приведена на рис. П2.1, а принципиальная схема изображена на чертеже формата А1 (входит в комплект документации на лабораторную установку и находится в лаборатории телевидения и видеотехники).

На функциональной схеме целесообразно выделить следующие основные каналы (элементы) обработки и формирования сигналов:

- а) канал яркости PAL;
- б) канал цветности PAL (декодер PAL);
- в) канал цветности SECAM (кодер SECAM);
- г) импульсный канал (синхрогенератор);
- д) общий канал.

Канал яркости PAL. В этом канале выполняются следующие операции: разделение $ПЦВС_{PAL}$ на сигналы яркости ($E'_{Y PAL}$) и цветности $u_{Ц PAL}$, задержка сигнала $E'_{Y PAL}$ и последующее его суммирование с сигналом цветности SECAM ($u_{Ц SECAM}$).

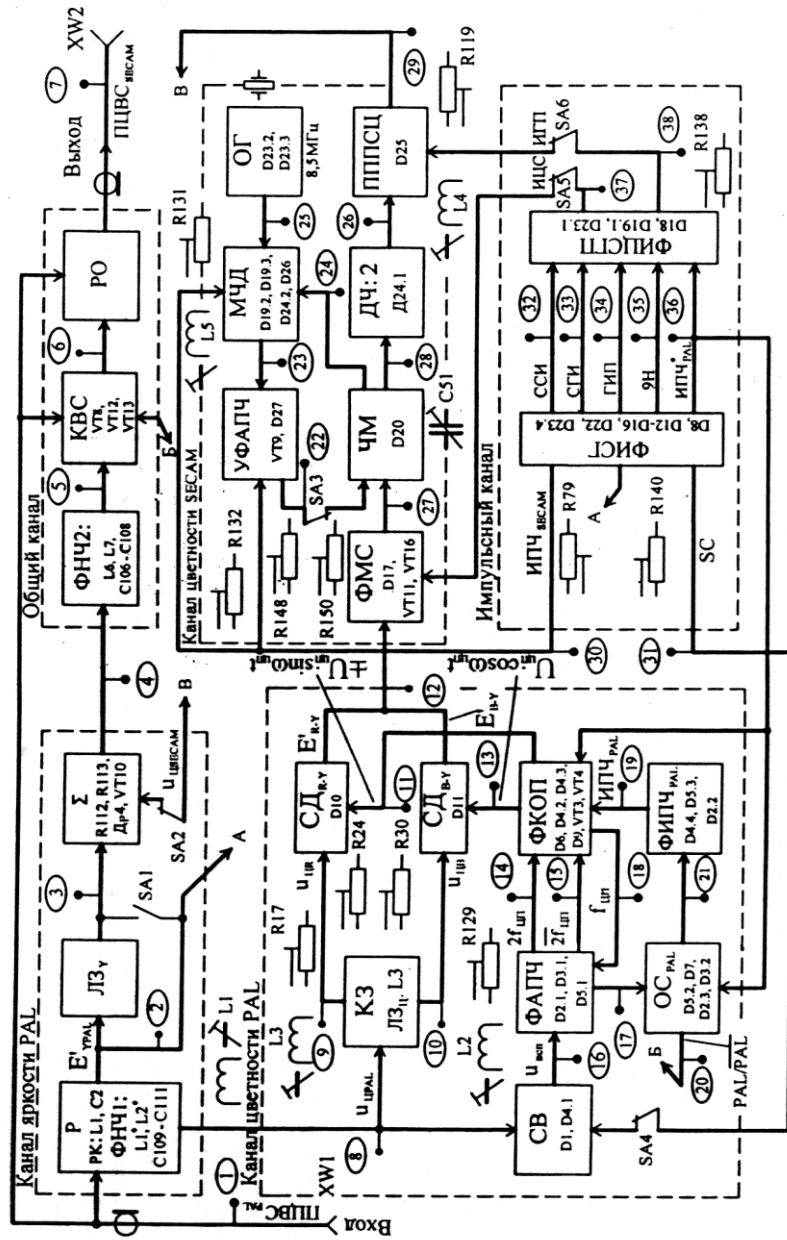


Рис. П2.1. Структурная схема транскодера PAL-SECAM

Разделитель (*P*) представляет собой последовательно соединенные параллельный резонансный контур на элементах $L1$, $C2$, настроенный на частоту цветовой поднесущей, и фильтр нижних частот (*ФНЧ1*) 5-го порядка ($L1^*$, $L2^*$, $C109-C111$). При этом следует заметить, что резонансный контур играет двойную роль: полосового фильтра (*ПФ*) при селекции из ПЦВС_{PAL} сигнала цветности и режекторного фильтра (*РФ*) при выделении яркостного сигнала. Фильтр *ФНЧ1* подавляет остатки сигнала цветности и таким образом по сути обеспечивает выделение сигнала яркости. Этот сигнал проходит через (фазирующую) широкополосную линию задержки (*ЛЗУ*), обеспечивающую компенсацию задержки цветоразностных сигналов (*ЦРС*) при декодировании и последующем кодировании, а затем суммируется с сигналом цветности SECAM.

Канал цветности PAL (декодер PAL). Выделенный резонансным контуром *LIC2* сигнал цветности $u_{ц\ PAL}$ одновременно поступает на каскад задержки (*КЗ*) ($L3_{ц}$, $L3$) и селектор сигнала цветовой синхронизации, или вспышки (*СВ*). В последнем узле сигнал цветности сначала подвергается амплитудному ограничению компаратором *D1*, после чего из него селектируется вспышка цветовой поднесущей ($u_{всн}$) на интервале действия стробимпульса (*SC*), поступающего с *D16* формирователя импульсов синхронизации и гашения (*ФИСГ*) через инвертор *D4.1*.

Полученный таким образом сигнал $u_{всн}$ подается на фазовый детектор *D2.1* узла фазовой автоподстройки частоты (*ФАПЧ*), формирующей противофазные колебания удвоенной частоты цветовой поднесущей $2f_{цл}$, $2f_{цп}$. Эти колебания делятся на 2 до частоты $f_{цл}$ триггером *D6*, а затем подаются на формирователь опорных поднесущих *D9* с выхода (вывода) 15 *D6* непосредственно, а с выходов 2 и 3 этой же микросхемы – через коммутатор фазы поднесущей *D4.2*. Дан-

ные операции выполняются в формирователе и коммутаторе опорных поднесущих ($\PhiКОП$). На выходе $D4.2$ фаза поднесущей составляет 0 или 180° в соответствии с временными интервалами импульсов полустрочной частоты ($ИПЧ_{PAL}$), поступающими от формирователя $D2.2$ $\PhiИПЧ_{PAL}$. В результате на выходе формирователя опорных поднесущих $D9$, следовательно, и $\PhiКОП$ образуются два сигнала опорных поднесущих $U_{ЦП} \cdot \cos 2\pi f_{ЦП}t$ и $\pm U_{ЦП} \cdot \sin 2\pi f_{ЦП}t$, необходимых для правильного декодирования сигнала системы PAL.

В формирователе $D9$ производится также подавление обоих сигналов поднесущих на интервалах строчных гасящих импульсов (СГИ), поступающих от $D14.1$, и чересстрочное подавление составляющих $U_{ЦП} \cdot \cos 2\pi f_{ЦП}t$ и $\pm U_{ЦП} \cdot \sin 2\pi f_{ЦП}t$ сигналом полустрочной частоты ($ИПЧ^*_{PAL}$) от $D8$ формирователя импульсов синхронизации и гашения. Последней операцией достигается подавление цветоразностных сигналов через строку на выходах синхронных детекторов для удобного их объединения в последовательный сигнал $E'_{R-Y} / E'_{B-Y} / E'_{R-Y} \dots$.

Каскад задержки ($K3$) на элементах $ЛЗЦ$, $L3$ (время задержки линии $ЛЗЦ$ составляет 64 мкс) позволяет разделить поступающий на него сигнал цветности $u_{Ц PAL}$ на две квадратурные составляющие – красную $u_{ЦR}$ и синюю $u_{ЦB}$, подаваемые затем на информационные (сигнальные) входы соответствующих синхронных детекторов ($СД_{R-Y}$, $СД_{B-Y}$). На гетеродинные входы этих детекторов поступают опорные сигналы поднесущих частот $\pm U_{ЦП} \cdot \sin 2\pi f_{ЦП}t$ и $U_{ЦП} \cdot \cos 2\pi f_{ЦП}t$ соответственно с выходов 2 и 15 $D9$. Выходы детекторов $D10$ и $D11$ объединены и на них выделяются последовательные цветоразностные сигналы $E'_{R-Y} / E'_{B-Y} / E'_{R-Y} \dots$, которые через фильтр нижних частот на элементах $Др3$, $C17$, $C18$ и эмиттерный повторитель $VT7$ (на функциональной схеме не показаны) поступают на вход канала цветности SECAM.

Опознаватель системы PAL (OC_{PAL}) работает по принципу обнаружения импульсов полустрочной частоты ($ИПЧ$) в управляющем сигнале $\PhiАПЧ$, поступающем с выхода операционного усилителя $D3.1$ петли обратной связи. Составляющая $ИПЧ$ выделяется цепью $C30R48$ и усиливается триггером Шмитта $D5.2$. Полученный сигнал перетактируется D -триггером $D7$, который управляется опорными импульсами $ИПЧ^*_{PAL}$, поступающими с триггера $D8$ $\PhiИСГ$. Выходные сигналы элемента «Исключающее ИЛИ» $D2.3$ усредняются интегратором $R65R66C32$. При наличии составляющей $ИПЧ$ в управляющем сигнале $\PhiАПЧ$ выходной уровень компаратора $D3.2$ равен логическому нулю, что означает наличие сигнала PAL. Если на вход транскодера подается сигнал SECAM или черно-белого телевидения, то на выходе $D3.2$ формируется логическая единица ($\overline{PAL} \equiv \text{Не PAL}$).

Формирователь импульсов полустрочной частоты системы PAL ($\PhiИПЧ_{PAL}$) обеспечивает установку правильной полярности импульсов $ИПЧ^*_{PAL}$, поступающих от триггера $D8$ $\PhiИСГ$ на коммутатор фазы опорной поднесущей (элементы $D4.2$, $D4.3$). Для этого выходные сигналы элемента НЕ $D4.4$ интегрируются цепью $R56R57C31$ и подаются на компаратор $D5.3$. В случае, если полярность импульсов $ИПЧ^*_{PAL}$ на выходе триггера $D8$ не совпадает с последовательностью коммутации фазы поднесущей в квадратурной составляющей $u_{ЦR}$, на выходе компаратора $D5.3$ образуется напряжение, изменяющее фазу импульсов $ИПЧ_{PAL}$ на выходе $D2.2$ и, соответственно, на входе коммутатора фазы опорной поднесущей $D4.2$, $D4.3$ на противоположную.

Канал цветности SECAM (кодер SECAM). Кодер построен на основе одного частотного модулятора ($ЧМ$), реализованного на управляемом напряжением генераторе типа $K531ГГ1$ ($D20$) и одной петле автоподстройки частоты покоя синей строки. Модулятор $ЧМ$ работает на второй гармонике

цветовой поднесущей, что позволяет при делении частоты на 2 (в ДЧ:2) устранить паразитную амплитудную модуляцию и свести к минимуму уровень четных гармоник цветовой поднесущей. Поэтому частота покоя синей строки составляет $2 \cdot f_{OB} = 8,5$ МГц. Перестройка на частоту покоя $2 \cdot f_{OR} = 8,812$ МГц в красной строке производится формированием пьедестальных импульсов полустрочной частоты на входе частотного модулятора. Такое построение существенно упрощает структуру кодера SECAM и обеспечивает качество видеосигнала, достаточное для большинства практических применений.

Модулирующий сигнал формируется в ФМС суммированием на операционном усилителе D17 последовательных цветоразностных сигналов $E'_{R-Y} / E'_{B-Y} / E'_{R-Y} \dots$, поступающих от синхронных детекторов, с импульсами цветовой синхронизации (ИЦС) от D18.1, D19.1. Цепь R88R89C47 производит подъем верхних частот в модулирующем сигнале, т.е. осуществляет необходимые в системе SECAM предискажения цветоразностных сигналов. Ограничение этих сигналов реализуется в выходной цепи усилителя D17 на уровнях, соответствующих максимальным девиациям частоты (± 350 кГц) цветковых поднесущих SECAM.

Модулирующее напряжение подается на вывод 1 D20, а управляющее напряжение АПЧ – вывод 14. Частота полученного частотно-модулированного сигнала делится на 2 триггером D24.1, после чего ЧМ-сигнал подается на подавитель поднесущих и предсказатель сигнала цветности (ПППСЦ), реализованных на балансном модуляторе D25. Подавление сигнала цветности производится на интервалах импульсов гашения поднесущих (ИГП), поступающих через транзистор VT14. С появлением этих импульсов транзистор запирается и модулятор D25 устанавливается в режим баланса, обеспечивая необходимое подавление сигнала цветности. С помощью цепи L4C55R111 осуществляется предискажение сигнала цветности.

Автоподстройка частоты модулятора ЧМ производится петлей, состоящей из мультиплексора и частотного детектора (МЧД), усилителя и фильтра АПЧ (УФАПЧ), следующим образом. Мультиплексор на элементах D19.2, D19.3 объединяет выходной сигнал модулятора ЧМ с импульсами опорного (кварцевого) генератора (ОГ). Частота вырабатываемых генератором импульсов соответствует частоте покоя цветовой поднесущей в синей строке $2 \cdot f_{OB} = 8,5$ МГц. Управление мультиплексором осуществляется импульсами полустрочной частоты (ИПЧ_{SECAM}) длительностью 12 мкс, поступающими от мультивибратора D22.1. Поэтому в интервале строчного гасящего импульса каждой синей строки на выход мультиплексора проходит сигнал с частотного модулятора, а остальной интервал времени заполняется колебаниями опорного генератора. Полученный сигнал подается на частотный детектор, реализованный на балансном модуляторе D26 и фазосдвигающем контуре L5C72. Выходной сигнал частотного детектора преобразуется в постоянное напряжение фиксатором уровня VT9, усиливается операционным усилителем D27 и подается на модулятор D20 в качестве управляющего напряжения.

Импульсный канал (синхрогенератор). В этом канале формируются все импульсные сигналы, необходимые для нормальной работы декодера PAL и кодера SECAM. Такую функцию выполняет синхрогенератор (работающий в ведомом режиме), который можно представить в виде двух функциональных узлов: формирователя импульсов синхронизации и гашения – ФИСГ и формирователя импульсов цветовой синхронизации и гашения поднесущих SECAM – ФИЦСП.

Строчные синхроимпульсы (ССИ) формируются узлом ФАПЧ D16, на вход которого подается усиленный транзистором VT5 полный видеосигнал (яркости). Управление же ФАПЧ осуществляется выделенными из этого видеосигнала ССИ. Длительность сформированных ССИ составляет примерно

7 мкс и в дальнейшем они используются в качестве импульсов подавления цветowych поднесущих SECAM в интервалах строчного гашения. Строчные гасящие импульсы (СГИ) формируются мультивибратором $D22.2$.

Гасящие импульсы полей (ГИП) и импульсы $9H$, определяющие положение сигналов цветовой синхронизации SECAM, формируются счетчиками $D12$, $D13$ и дешифраторами $D14.2$ ($9H$), $D14.3$ (ГИП) и триггерами $D15.1$, $D15.2$. Импульсы полустрочной частоты $ИПЧ^*_{PAL}$ вырабатываются триггером $D8$.

Мультивибратор $D22.1$ формирует импульсы полустрочной частоты ($ИПЧ_{SECAM}$) длительностью 12 мкс, совпадающие с синей строкой D'_B и используемые для управления цепями автоподстройки частоты частотного модулятора в кодере SECAM.

Импульсы цветовой синхронизации (ИЦС) формируются объединением последовательностей $9H$, СГИ и $ИПЧ^*_{PAL}$ на элементах $D18.1$, $D18.2$ и $D19.1$. На выходе $D19.1$ образуются разнополярные импульсы, обеспечивающие необходимые максимальные девиации частот в ЧМ-сигнале SECAM.

Импульсы гашения цветowych поднесущих SECAM (ИГП) формируются также объединением импульсов $9H$, ГИП и ССИ на элементах $D18.3$, $D23.1$ и $D18.4$.

Общий канал. Полученный в сумматоре Σ полный цветовой видеосигнал SECAM проходит ФНЧ 5-го порядка ($L6$, $L7$, $C106-C108$) с полосой пропускания около 5 МГц, который подавляет высокочастотные составляющие сигнала цветности.

Электронный коммутатор видеосигналов (КВС) обеспечивает прохождение на свой выход перекодированного или входного сигнала ПЦВС_{SECAM} (или сигнала черно-белого телевидения). Последний коммутируется при автоматическом или ручном (переключателем АВТОМАТ-ОБХОД) включении

режима ОБХОД. С выхода коммутатора видеосигнал поступает на реле обхода (PO), через которое он проходит на выход транскодера. Реле обхода обеспечивает коммутацию входного видеосигнала транскодера при отключении питающей цепи.

Таким образом, при подаче на вход транскодера видеосигналов системы SECAM или черно-белого телевидения он автоматически переключается в режим ОБХОД и зажигается соответствующий световой индикатор. Режим ОБХОД включается также при выключении сети питания.

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. Новаковский С.В. Стандартные системы цветного телевидения / С.В. Новаковский. – М.: Связь, 1976. – 368 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие рекомендации по выполнению лабораторной работы.....	1
2. Домашнее задание и методические указания по его выполнению.....	2
3. Контрольные вопросы к домашнему заданию.....	5
4. Лабораторное задание и методические указания по его выполнению.....	7
5. Контрольные вопросы к лабораторному заданию.....	13
6. Содержание отчета о лабораторной работе.....	15
Приложение 1. Основные сведения о преобразовании сигналов из одной системы цветного телевидения в другую	17
Приложение 2. Принцип действия исследуемого транскодера PAL-SECAM	22
Библиографический список.....	30

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСКОДЕРА

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

Компьютерный набор В.И. Демьяновой

Подписано к изданию 01.12.2015.
Уч.-изд. л. 1,9. «С».

ФГБОУ ВО

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