

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

А.П. Ткаченко, П.А. Капуно, А.Л. Хоминич

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по дисциплинам

“Телевидение”, “Телевизионные системы”,

“Телевидение и отображение информации”

для студентов специальностей

“Многоканальные системы телекоммуникаций”, “Системы радиосвязи, радиовещания и телевидения”, “Радиотехника”,

“Радиоэлектронные системы” и “Радиоинформатика”

всех форм обучения

В 2-х частях

Часть 2

Минск 2005

УДК 621.397.13 (075.8)

ББК 32.94я73

Л 12

Ткаченко А.П.

Л 12 Лабораторный практикум по дисциплинам “Телевидение”, “Телевизионные системы”, “Телевидение и отображение информации” для студентов специальностей “Многоканальные системы телекоммуникаций”, “Системы радиосвязи, радиовещания и телевидения”, “Радиотехника”, “Радиоэлектронные системы” и “Радиоинформатика” всех форм обучения. В 2 ч. Ч.2/ А.П. Ткаченко, П.А. Капуру, А.Л. Хоминич. – Мн.: БГУИР, 2005. – 99 с.: ил.

ISBN 985-444-741-3 (ч. 2)

Во второй части лабораторного практикума даны описание и порядок выполнения двух лабораторных работ, посвященных изучению основных функциональных узлов и модулей моноплатного телевизора цветного изображения.

УДК 621.397.13 (075.8)

ББК 32.94 я 73

Часть 1 лабораторного практикума издана в БГУИР в 2002 г.

ISBN 985-444-741-3 (ч. 2)

ISBN 985-444-293-4

© Ткаченко А.П., Капуру П.А.,

Хоминич А.Л., 2005

© БГУИР 2005

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

ИЗУЧЕНИЕ СХЕМЫ ТЕЛЕВИЗОРА ЦВЕТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

1 Цель работы

Изучение структурной, функциональной и принципиальной схем моно-платного цветного телевизора, ознакомление с его конструкцией, особенностями работы, исследование осциллограмм сигналов в основных контрольных точках схемы.

2 Краткие исторические и общие технические сведения о цветных телевизорах

Выпуск цветных телевизоров по системе SECAM в СССР, и в том числе в Республике Беларусь, был освоен к 1967 г., т.е. к началу регулярного цветного телевизионного вещания [1]. Первые модели телевизоров были неунифицированными и выполнялись преимущественно на электронных лампах.

В конце 1970 г. было начато производство унифицированных (с взаимозаменяемыми для разных моделей модулями) лампово-полупроводниковых цветных телевизоров (УЛПЦТ), а затем, с применением гибридных интегральных схем (ИМС) серии К224 в модуле цветности, - лампово-полупроводниково-интегральных (УЛПЦТИ) [2]. Эти телевизоры разных моделей (серия 700) до начала 80-х годов прошлого века являлись основным типом ТВ приемников, находившихся у населения.

Каждый из блоков (радиоканала, цветности, развертки, питания, управления) телевизоров УЛПЦТ и УЛПЦТИ имел относительно большие объем, вес и потребляемую мощность в связи с использованием электровакуумных ламп. Общая потребляемая мощность такого телевизора доходила до 250 Вт, а масса иногда превышала 70 кг.

В 1978 г. разработан унифицированный полупроводниково-интегральный модульный цветной телевизор УПИМЦТ (серия Ц200) [3]. Его отличительной особенностью являлось применение полупроводниковых ИМС серии К174. Это позволило при обработке сигнала применить ряд решений, реализация которых

на дискретных элементах была нецелесообразной ввиду значительного усложнения телевизора.

УПИМЦТ содержал 18 модулей, каждый из которых представлял собой функционально законченный участок схемы; конструктивно модули были объединены в блоки: обработки сигнала, управления, разверток, трансформатора, питания и сведения.

Несмотря на снижение потребляемой мощности и массы в 1,4...1,6 раз, надежность этих телевизоров практически не улучшилась в связи с большим количеством (более 300) контактных соединений и недостаточной эффективностью некоторых схемотехнических решений. Поэтому УПИМЦТ не заменил предыдущие типы, а стал переходным этапом на пути к созданию принципиально нового поколения унифицированных стандартных цветных телевизоров УСЦТ (Ц255 и т.д., Ц355 и т.д.), обладающих существенно более высокими технико-экономическими характеристиками [4]. Первым телевизором этой серии стал «Горизонт-Ц255» (2УСЦТ-61), выпуск которого начался в конце 1982 г.

В первых моделях телевизоров нового поколения в некоторых узлах использовались имеющиеся ИМС серии К174 с применением гибридной технологии для создания больших интегральных микросборок (БГИМС). По функциональному назначению они включали в себя значительную часть схемы телевизора и были эквивалентны некоторым модулям на печатных платах, применяемых в УПИМЦТ, имея размеры значительно меньше последних.

Телевизоры, в которых применялись БГИМС, получили название 2УСЦТ («Горизонт-Ц255, -Ц257, -Ц355»), а те, в которых использованы новые полупроводниковые ИМС серии К174 (К174ХА16, ХА17), – 3УСЦТ («Электрон -Ц280, -Ц265, -Ц380»).

Еще одной отличительной особенностью телевизоров УСЦТ стало использование исключительно импульсных блоков питания (БП). В отличие от классических линейных БП с сетевым трансформатором импульсные БП имеют на 20...40 % более высокий КПД и в 3...5 раз меньшую массу.

Конструктивно УСЦТ выполнялись на трех основных платах (кассетах), на первой из которых располагались модуль радиоканала (МРК) и модуль цветности (МЦ), на второй – модули строчной (МС) и кадровой (МК) разверток, на третьей – модуль питания (МП) и плата соединений (ПС).

Следующим этапом телевизоростроения стало появление в середине 80-х годов моделей 4-го поколения (4УСЦТ). Первые телевизоры 4УСЦТ («Горизонт-Ц410, -Ц411») имели много общего, прежде всего в конструктивном ис-

полнении, с ЗУСЦТ, значительные отличия появились в более поздних моделях. Именно в 4УСЦТ начали широко использоваться системы дистанционного управления (СДУ) на ИК-лучах («Горизонт-Ц421, -Ц431»). Среди телевизоров 4-го поколения появились первые многостандартные и многосистемные модели, позволявшие осуществлять прием ТВ-программ в стандартах D/K, B/G, L и системах ЦТВ PAL/SECAM/NTSC («Горизонт-Ц418, -Ц441»). В последнем была также впервые применена СДУ с использованием микропроцессора. Еще одной отличительной особенностью телевизоров 4УСЦТ стало широкое использование зарубежной элементной базы, в частности, чрезвычайно распространенного в конце 80-х – начале 90-х годов комплекта ИМС для обработки видеосигнала фирмы Philips TDA3505 (канал яркости и матрицирования); TDA4555 (многостандартный декодер сигналов цветности); TDA4565 (схема коррекции четкости). За время выпуска телевизоров 4УСЦТ был полностью завершён переход на использование исключительно планарных кинескопов с самосведением лучей.

Все элементы 4УСЦТ размещались также на трех основных платах (как и в ЗУСЦТ), на которых за счет использования ИМС большой степени интеграции удалось сократить число дискретных элементов и разместить практически все функциональные модули без использования разъемных соединений, что положительно сказалось на надежности.

Следующим шагом стало появление в начале 90-х годов телевизоров 5-го поколения, базовым среди которых стал «Горизонт-51СТV510». Об унификации здесь речь уже не шла, поэтому аббревиатура УСЦТ прекратила свое существование, вместо нее стало использоваться буквенно-цифровое обозначение типа «XXXX – XXСТV5XX», в котором первое слово (XXXX) – фирменное название («Горизонт», «Витязь» и т.п.), первое число – размер кинескопа по диагонали в сантиметрах, СТV – латинская аббревиатура «цветной телевизор», второе число (5XX) – порядковый номер модели, первая цифра в котором указывает на принадлежность модели к определенному (в данном случае 5-му) поколению.

Одним из отличительных признаков телевизоров 5-го поколения стало использование микропроцессорной системы управления с экранной графикой (отображением значения изменяемого параметра на экране телевизора), из-за чего эти телевизоры стали иногда называть аналого-цифровыми, хотя в данном случае цифровая техника не имела никакого отношения к обработке видеосигнала.

В телевизорах 5-го поколения вместо отдельных селекторов каналов метрового (СКМ) и дециметрового (СКД) диапазона длин волн стал использоваться один всеволновый селектор (СКВ), причем антенный кабель подключался прямо на его вход, без промежуточных разъемов, что позволило снизить отражения сигнала и повысить его защищенность от наводок и помех. Остальная часть радиоканала, включая тракт промежуточной частоты (ПЧ), демодуляторы радиосигналов изображения и звукового сопровождения, а также схемы коммутации сигналов и синхронизации, была реализована на базе одной сверхбольшой интегральной схемы (СБИС) – чаще всего TDA8305 фирмы Philips, что привело к еще большему сокращению числа навесных элементов и точек настройки (регулировки). Для обработки видеосигнала использовался тот же комплект ИМС TDA3505/TDA4555/TDA4565, что и в последних моделях телевизоров 4-го поколения.

Изменения коснулись также и блока разверток: активная часть кадровой развертки выполнена на базе одной ИМС, а в строчной развертке вместо выходного строчного трансформатора (ТВС) и умножителя напряжения (УН) для формирования высоковольтных напряжений питания кинескопа использован диодно-каскадный строчный трансформатор (ТДКС).

Перечисленные изменения в конструкции позволили значительно уменьшить число элементов схемы и разместить их на двух основных платах.

Функциональные возможности телевизоров 5-го поколения могли быть расширены путем применения модулей телетекста («Горизонт-54СТV510Е») и «кадр в кадре» («Горизонт-63СТV540»).

Телевизоры 5-го поколения выпускались более 10 лет и только к 2000 г. были полностью вытеснены на производстве моделями нового, 6-го поколения, которые выпускаются до сих пор. Начинаясь с телевизоров типа «Горизонт-51/54СТV601/603», отличий от аппаратов 5-го поколения у них было немного - это использование в радиоканале вместо ИМС TDA8305 новой ИМС TDA4504, включавшей в себя несколько меньшее количество функциональных модулей, но обладавшей лучшими техническими характеристиками, и незначительные изменения в схеме ИП. Функциональные же возможности телевизора были гораздо шире благодаря использованию модулей телетекста («Горизонт-51/54СТV602») и «кадр в кадре» («Горизонт-51/54СТV601»).

Наиболее характерными представителями 6-го поколения стали телевизоры семейства «Горизонт-37/51/54СТV655/659» [5,6], выпускающиеся и в настоящее время. Главная их отличительная особенность – моноплата конструкция (все элементы телевизора, за исключением конечных видеоусилителей

и платы коммутации модуля управления, расположены на одной плате). Это оказалось возможным благодаря использованию ИМС TDA8362, включившей в себя всю активную часть тракта обработки сигналов изображения и звукового сопровождения – от усилителя промежуточной частоты до предварительных усилителей сигналов основных цветов R, G, B. Единственный недостаток этой ИМС – отсутствие декодера сигнала цветности системы SECAM, поэтому требовались еще две дополнительные ИМС – внешний декодер и линия задержки.

Ввиду малого количества дискретных элементов размеры основной платы (шасси) были сокращены до минимума, в результате она без каких-либо изменений могла использоваться в телевизорах с разным размером кинескопа – от 37 до 63 см по диагонали.

В целом же телевизоры семейства 655/659 обеспечивают достаточно высокое качество изображения и звукового сопровождения, являются надежными в эксплуатации и простыми в регулировке. Учитывая их наибольшую распространенность, именно они подробно рассматриваются в дальнейшем в настоящем пособии.

В следующей модели «Горизонт-51/54CTV660» и последовавшими за ней моделями «Горизонт-51CTV662», «Горизонт-70CTV692» [7] появилось экранное меню настройки и управления. Кроме того, декодер телетекста совмещен с микроконтроллером синтезатора напряжений и управления. И все это благодаря микросхеме SAA5290.

Однако научно-технический прогресс не стоит на месте. Требования к качеству изображения и звука, количеству функциональных возможностей постоянно растут и удовлетворить им при использовании элементной базы, разработанной в середине 90-х годов, к коей относится и упомянутая ИМС TDA8362, становится все более затруднительно. Поэтому последние модели телевизоров 6-го поколения («Горизонт-51/54CTV664», «Горизонт-63/70CTV694» и т.п.) строятся на базе нового однокристального процессора обработки видеосигнала семейства TDA884X [8]. Его характеристики несколько лучше, чем у TDA8362, кроме того, в его состав входит всесистемный декодер сигналов цветности и интегральная линия задержки. Связь с микропроцессором модуля управления осуществляется исключительно по цифровой шине I²S.

Альтернативным методом повышения качества изображения и звука является использование цифровой обработки сигналов. Первым телевизором такого типа, выпущенным достаточно большой серией, стал «Горизонт-51/54DTV675», выполненный на базе комплекта ИМС-обработки видеосигнала DIGIT2000 фирмы Micronas Intermetall. Радиоканал телевизора

был аналоговым, в цифровую форму преобразовывались демодулированные полный цветовой телевизионный сигнал (ПЦТС) и сигнал звукового сопровождения (ЗС). Дальнейшая обработка, вплоть до подачи сигнала ЗС на усилитель мощности звуковой частоты и сигналов R, G, B на оконечные видеоусилители, была цифровой. Практически все параметры могли настраиваться (регулироваться) программным методом.

«Горизонт-51/54DTV675» не уступал по качественным показателям обычным аналоговым телевизорам, однако в связи со снятием с производства комплекта DIGIT2000 по причине его устаревания производство телевизоров этой модели было свернуто.

Модельный ряд телевизоров с цифровой обработкой сигнала получил продолжение в виде телевизора 7-го поколения «Горизонт-54/63/70DTV700» [9]. Он выполнен на современном комплекте ИМС цифровой обработки ТВ сигналов DIGIT3000. Как и в предыдущем поколении, радиоканал является аналоговым, в цифровую форму преобразовываются ПЦТС и радиосигнал звукового сопровождения на второй ПЧ. Тракт ПЧ выполнен по квазипараллельной схеме, что позволило улучшить его характеристики по сравнению с применявшимся ранее совместным трактом обработки радиосигналов изображения и звукового сопровождения. Вся обработка ПЦТС выполняется в одной ИМС – видеосинхропроцессоре VDP3108A. Она включает в себя два 8-разрядных АЦП (для преобразования в цифровую форму как ПЦТС, так и отдельных сигналов яркости и цветности, поступающих, к примеру, от видеомagneтофона или другого источника сигнала формата S-VHS), всестандартный декодер сигналов цветности, схему матрицирования, коммутации и регулировок (экранный процессор), схему синхронизации и управления строчной и кадровой развертками истроенный 10-разрядный АЦП сигналов основных цветов. За обработку сигнала звукового сопровождения отвечает ИМС MSP3400. Сейчас в производстве находится обновленная модель телевизора «Горизонт-54/63/70DTV710», основным отличием которой является использование более нового видеопроцессора VDP3108B.

Налажен уже и массовый выпуск аналоговых телевизоров 7-го поколения. Основным их отличием является то, что вся малосигнальная часть и процессор управления построены всего на одной ИМС. Чаще всего это ИМС серии TDA935X/938X/95XX, принадлежащие к семействам UOC (Ultimate One Chip) и UOC+, разработанным и запущенным в производство в 1999 – 2001 годах фирмой Philips [10]. Достижения в области микроэлектроники позволили объединить в одном корпусе аналоговый модуль обработки сигналов изображения и

звукового сопровождения, практически аналогичный тому, что включала в свой состав ИМС TDA884X, и цифровой модуль управления с декодером телетекста. ИМС семейства UOC+ имеют более широкие функциональные возможности, позволяя, к примеру, реализовать в телевизоре прием сигналов МВ ЧМ-вещания и т.п. В настоящее время эти ИМС применяют в своих телевизорах около 35 фирм. Примером отечественных телевизоров на базе ИМС UOC и UOC+ может являться семейство «Горизонт-37/54/СТV730/732» [11].

Сейчас в производстве находится уже и третье поколение ИМС для полностью однокристалльного телевизора – UOC III, представленной ИМС серий TDA12XXX (для телевизоров с электронно-лучевой трубкой) и TDA15XXX (для телевизоров с жидкокристаллическим экраном или плазменной панелью). Это показывает, что научно-технический прогресс не стоит на месте, и следует ждать появления новых моделей (а может и поколений) телевизионной техники.

3 Описание лабораторной установки

3.1 Краткая характеристика используемого оборудования

В состав лабораторной установки входят (рисунок 7.1): моноплатный цветной телевизор «Горизонт-659» или аналогичный, генераторы испытательных телевизионных сигналов систем PAL и SECAM с возможностью формирования радиосигналов изображения и звукового сопровождения; высокочастотный генератор сигналов, допускающий внешнюю амплитудную модуляцию полным ТВ сигналом (Г4-116, Г4-176 или модулятор телевизионный МТ-300); осциллографы телевизионный (типа С9-1 или С1-81) с блоком выделения строки и высокочастотный (типа С1-91 или С1-104) с полосой пропускания не менее 50 МГц; анализатор спектра (СК4-58 или СК4-59), вольтметры постоянного (В7-42) и переменного (В3-27) тока; лабораторный макет, представляющий собой блок коммутации и сопряжения телевизионного приемника с измерительными приборами.

На антенный вход телевизора подается сигнал либо с ВЧ-генератора после модуляции несущей ПЦТС, подаваемым с ГИТС, либо с антенны. При помощи переключателей, расположенных на передней панели лабораторного макета, на измерительные приборы (осциллограф и вольтметры) можно подать сигнал с любой из контрольных точек схемы телевизора.

Высокочастотная часть макета позволяет исследовать АЧХ фильтра УПЧИ телевизора (используется анализатор спектра СК4-59, выход ГКЧ которого подключают к ВЧ-входу макета, а вход детекторной секции – к

Библиотека БГУИР

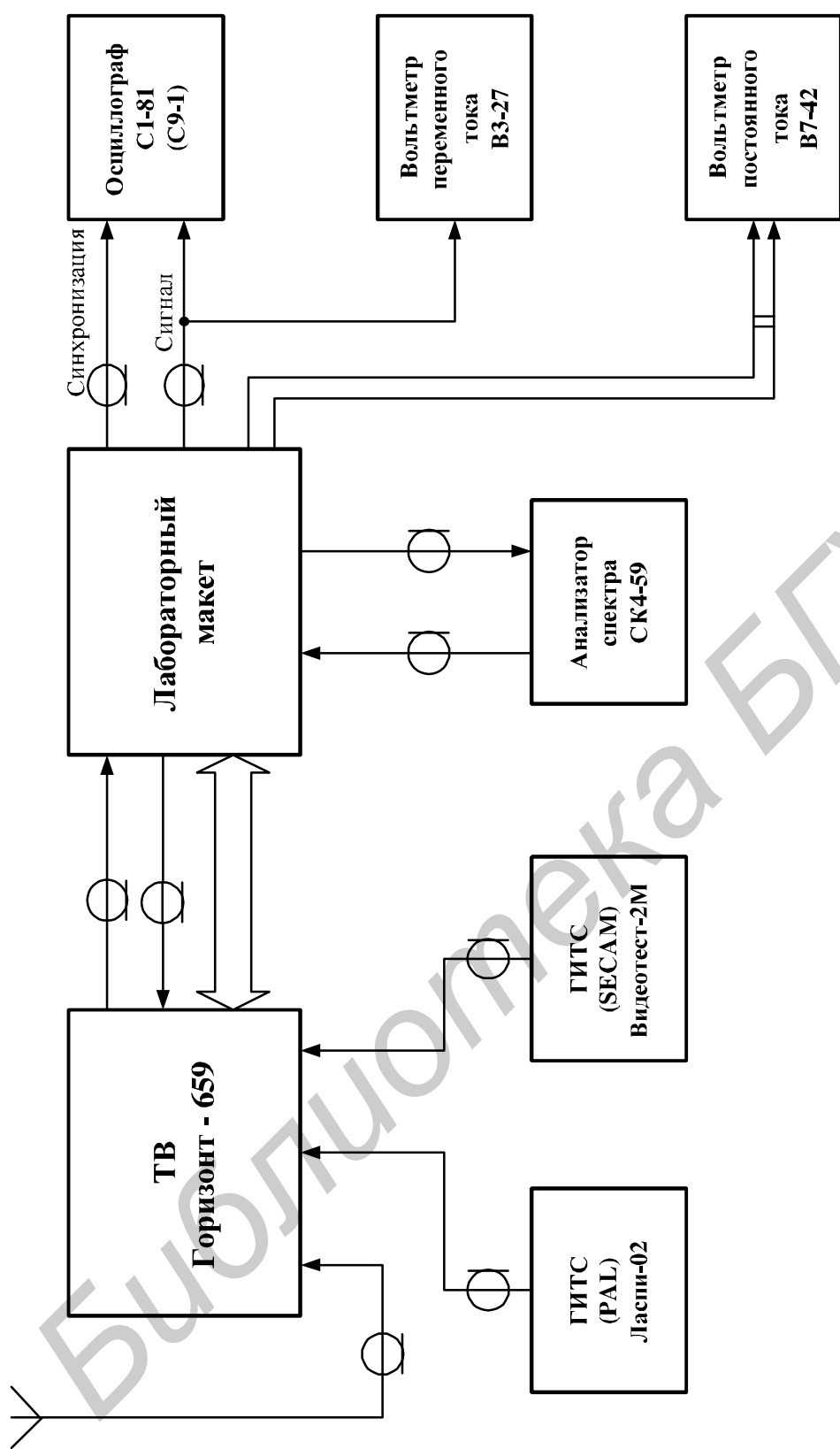


Рисунок 7.1 – Структурная схема лабораторной установки

ВЧ-выходу), посмотреть осциллограммы радиосигнала изображения на ПЧ (на ВЧ-выход макета подключается осциллограф с полосой пропускания не менее 50 МГц) и его спектр (на ВЧ-выход подключается анализатор СК4-59). Возможна также подача на телевизор радиосигнала изображения на ПЧ (при использовании модулятора МТ-300 или аналогичного, с выходом ПЧ).

3.2 Общая структурная схема цветного телевизора

Несмотря на огромное разнообразие выпускаемых в мире в настоящее время телевизионных приемников, строятся они все практически по однотипной структурной схеме (рисунок 7.2).

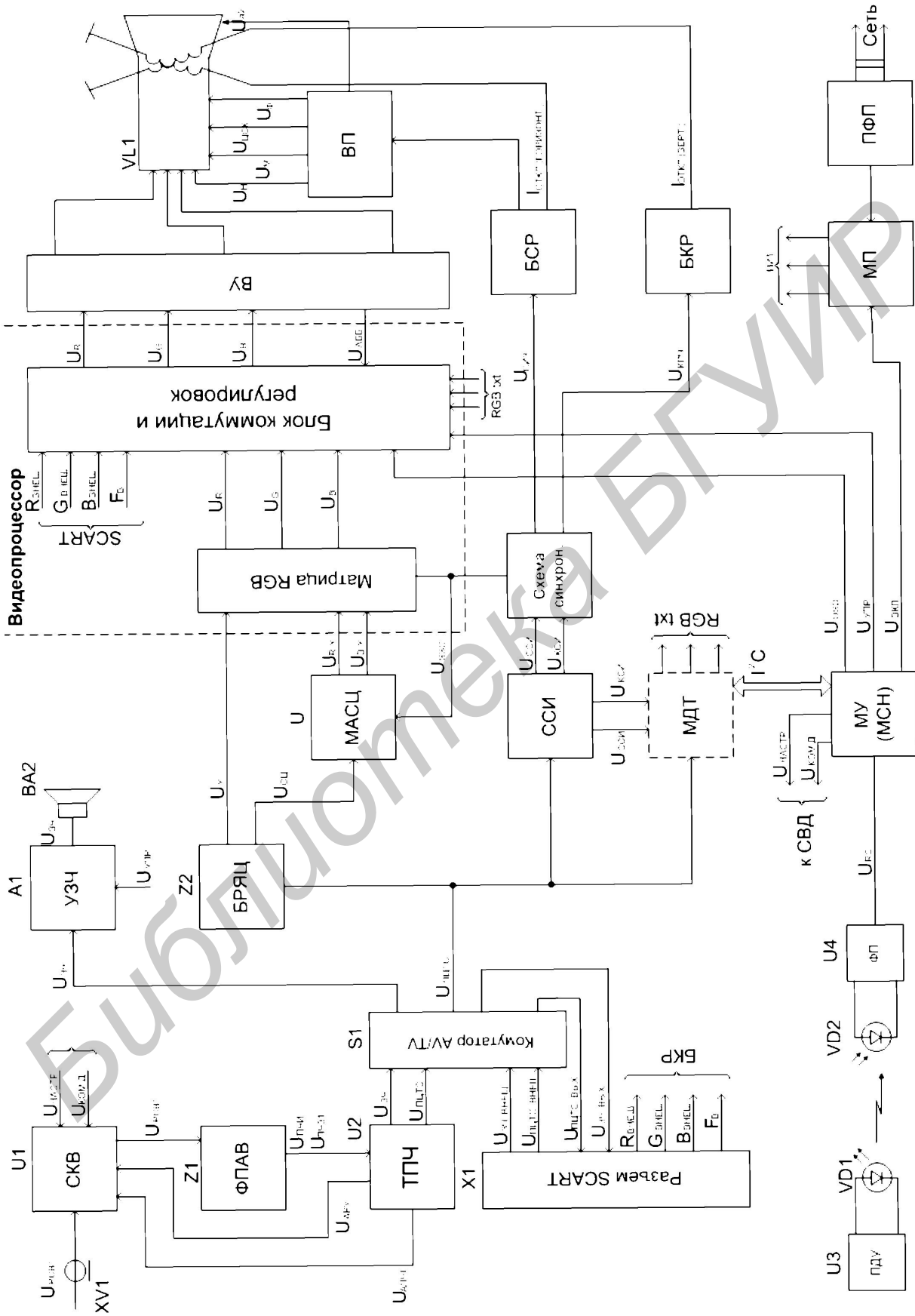
Селектор каналов всеволновый (СКВ) обеспечивает выделение радиосигнала вещательного телевидения $U_{РСВТ}$, требуемого телевизионного канала и преобразования его на первую промежуточную частоту (ПЧ).

СКВ обеспечивает также избирательность по зеркальному и прямому каналам, определяет чувствительность телевизора. В настоящее время используется два типа СКВ – с настройкой на заданный канал методом синтеза напряжения (VST – Voltage Synthesizer Tuner) и с синтезатором частоты с петлей ФАПЧ (PLL – Phase Locked Loop).

Основную избирательность телевизора обеспечивает фильтр на поверхностно-акустических волнах (ФПАВ), устанавливаемый между СКВ и трактом промежуточной частоты (ТПЧ). В зависимости от схемы построения ТПЧ (с совместной либо квазипараллельной обработкой радиосигналов изображения (РСИ) и звукового сопровождения (РСЗС) [12]) требуется один или два фильтра соответственно. В ТПЧ обеспечивается основное усиление РСИ и РСЗС, выполняется их демодуляция и формируются напряжения автоматической регулировки усиления (АРУ) $U_{АРУ}$ и автоподстройки частоты гетеродина (АПЧГ) $U_{АПЧГ}$ СКВ. Строится ТПЧ, как правило, на базе отдельной ИМС, реализующей указанные выше функции, либо входит в состав более многофункциональной ИМС.

Продетектированные полный цветовой телевизионный сигнал (ПЦТС) $U_{ПЦТС}$ и сигнал звуковой частоты $U_{ЗЧ}$ поступают на коммутатор внешних/внутренних сигналов (режимы AV/TV). Внешние $U_{ПЦТС}$ и $U_{ЗЧ}$ могут подаваться на телевизор либо через разъем SCART – Euroconnector, либо через RCA-разъем («тюльпан»). Также через SCART возможно подключение источников сигналов основных цветов (R, G, B) и других, причем, в зависимости от

функциональной насыщенности телевизора, таких разъемов может быть несколько.



Сигнал ЗЧ через усилитель звуковой частоты (УЗЧ) подается на акустическую систему (АС) ВА1. В УЗЧ осуществляется регулировка громкости и тембра звукового сигнала. В телевизорах высокого класса тракт ЗЧ строится по стереофонической (двухканальной) схеме, сигналы $U_{ЗЧ}$ правого и левого каналов приходят либо с ТПЧ (если ведется ТВ вещание со стереозвуковым сопровождением – в нашей стране подобное, к сожалению, отсутствует), либо через SCART с любого внешнего источника. Если телевизор разрабатывается как основа для «домашнего кинотеатра», то он может иметь 6-канальный звуковой тракт (5 основных каналов + 1 сверхнизкочастотный).

ПЦТС поступает далее на блок разделения сигналов яркости и цветности (БРЯЦ), селектор синхроимпульсов (ССИ), модуль декодера телетекста (МДТ) и т.д.

БРЯЦ обеспечивает разделение сигналов яркости U_Y и цветности $U_{СЦ}$ и имеет множество вариантов построения – начиная от простой вилки из режекторного (РФ) и полосового фильтра (ПФ) до сложных гребенчатых фильтров (ГФ) на базе линий задержки на несколько строк. Последние используются, как правило, в телевизорах с цифровой обработкой сигналов и позволяют добиться практически полного разделения сигналов яркости и цветности, особенно для систем цветного телевидения NTSC и PAL.

Многостандартный декодер сигналов цветности (МДСЦ) обеспечивает демодуляцию СЦ систем ЦТВ NTSC/PAL/SECAM (или, в упрощенном, «европейском» варианте, PAL/SECAM). С его выхода цветоразностные сигналы U_{R-Y} , U_{B-Y} (или V , U), а также сигнал U_Y с выхода БРЯЦ поступают на матрицу RGB, обеспечивающую формирование сигналов основных цветов U_R , U_G , U_B .

Блок коммутации и регулировок обеспечивает выбор источника сигналов основных цветов (внутренние или внешние, со SCART), регулировку яркости, контрастности, насыщенности, воспроизведения сигналов экранной градации (OSD) с модуля управления и информации телетекста. Во всех современных телевизорах матрица RGB и блок коммутации и регулировок представляют собой один функционально законченный блок, реализованный на одной ИМС, получивший название «видеопроцессор». С его выхода сигналы U_R , U_G , U_B через трехканальный видеоусилитель (ВУ) подаются на катоды кинескопа VL1. В видеоусилителе путем измерения темновых тонов кинескопа формируется напряжение автоматического баланса белого цвета $U_{АББ}$.

Селектор синхроимпульсов (ССИ) обеспечивает выделение синхропоследовательности из ПЦТС и разделение ее на кадровые и строчные синхроимпульсы $U_{КСИ}$, $U_{ССИ}$. Схема синхронизации формирует из последних специальный трехуровневый стробирующий импульс U_{SSC} (SSC – Super Sand Custle – такое название этот импульс получил в зарубежной литературе за свою форму), необходимый для работы МДСЦ и видеопроцессора, импульсы запуска строчной развертки $U_{СИЗ}$ и пилообразное напряжение $U_{КПЧ}$ для схемы кадровой развертки.

Блок строчной развертки (БСР) обеспечивает в строчной отклоняющей системе ток отклонения луча по горизонтали $I_{откл(гор)}$, а также работу высоковольтного преобразователя, формирующего напряжение накала U_H , модулятора U_M , ускоряющее $U_{уск}$ и фокусирующее $U_{ф}$, а также напряжение питания второго анода кинескопа U_{a2} .

Блок кадровой развертки совместно с кадровой отклоняющей системой обеспечивает отклонение луча (развертку) по вертикали.

Управление телевизором осуществляется из модуля управления (МУ). Достаточно часто используется другое его название: модуль синтезатора напряжений (МСН). Управление может быть либо аналоговым, с синтезом напряжений настройки и регулировок, под воздействием которых изменяются параметры основных узлов схемы, либо цифровым, когда сигналы управления подаются по двунаправленной цифровой шине. В качестве последней чаще всего используется двухпроводная шина I^2C , разработанная фирмой Philips, хотя возможны и другие варианты, например трехпроводная шина IM – BUS фирмы IT International. Возможно (и часто применяется) комбинированное аналого-цифровое управление. В последнем случае цифровая шина связывает между собой только микроконтроллер и ИМС памяти внутри модуля управления, а также модуль декодера телетекста.

Все современные телевизоры оснащаются системой дистанционного управления на ИК лучах, в состав которой входит пульт дистанционного управления (ПДУ), фотоприемник (ФП) и декодер команд, входящий в состав модуля управления. Сигналы управления чаще всего передаются в кодах RC-4 или RC-5 [13], предложенных фирмой Philips, или в их разновидностях.

Модуль питания (МП) выполняется по импульсной схеме и обеспечивает узлы и модули телевизора необходимыми напряжениями (95 ... 155 В для БСР, 12...26 В для БКР, 12...24 В для УЗЧ, 12 В или 8 В для большинства аналоговых устройств телевизора, 5 В для цифровых узлов). Плата фильтра питания

обеспечивает подавление как сетевых помех, так и ВЧ помех источника питания.

3.3 Функциональные схемы основных узлов телевизионного приемника

3.3.1 Селектор каналов всеволновый

Селектор каналов всеволновый (СКВ) предназначен для выбора РСВТ одной из телевизионных программ, передаваемых в диапазоне метровых или дециметровых волн, и преобразования его на промежуточную частоту.

Эфирное телевизионное вещание в нашей стране осуществляется по стандартам D/K на определенных участках МВ и ДМВ, разбитых на пять поддиапазонов:

- I – 1-й и 2-й ТВ каналы (48,5...66,0 МГц);
- II – 3–5-й ТВ каналы (76,0...100,0 МГц);
- III – 6–12-й ТВ каналы (174,0...230,0 МГц);
- IV – 21–34-й ТВ каналы (470,0...582,0 МГц);
- V – 35–60-й ТВ каналы (582,0...790,0 МГц).

В кабельных распределительных сетях также возможно использование частотных диапазонов, запрещенных для эфирного вещания: в диапазоне МВ – СК1...СК8 (110,0...174,0 МГц), СК9...СК19 (230,0...302,0 МГц); в диапазоне ДМВ – СК20...СК40 (302,0...470,0 МГц). Кроме того, диапазон ДМВ может быть расширен с 60 до 69 каналов (до 862 МГц).

Учитывая, что СКВ должен перекрывать весь диапазон частот, отведенный для ТВ-вещания (как эфирного, так и кабельного), определим коэффициент перекрытия по частоте

$$q = \frac{f_{MAX}}{f_{MIN}} = \frac{862}{48} \approx 18.$$

Реализовать тракт с таким коэффициентом перекрытия по частоте схемотехнически невозможно, поэтому все современные СКВ строятся по трехканальной схеме (рисунок 7.3) – с делением на поддиапазоны А (48...170 МГц), В (170...450 МГц) и С (450...855 МГц). В этом случае максимальный коэффициент перекрытия по частоте составляет

$$q_{MAX} = q_A = \frac{168}{48} = 3,5,$$

что позволяет реализовывать электронную перестройку по частоте как входных фильтров УВЧ, так и гетеродинов.

Действительно, чтобы изменить частоту в 3,5 раза, необходимо изменить емкость варикапов в q^2 , т.е. примерно в 12,5 раз, так как изменение частоты обратно пропорционально корню квадратному из величины емкости (или индуктивности):

$$f = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Коэффициент перекрытия по емкости лучших современных варикапов составляет 20...25 раз, так что последнее условие достаточно легко выполнимо.

Тракты каждого диапазона в СКВ независимы и содержат отдельные входные цепи Z1.1, Z2.1 и Z3.1, УВЧ А1...А3, полосовые фильтры Z1.2, Z2.2 и Z3.2, смесители UZ1...UZ3 и гетеродины G1...G3. Общими для всех трактов являются выходной ФНЧ Z4 и предварительный УПЧ А4.

Входные цепи и полосовые фильтры каждого поддиапазона выполняются перестраиваемыми по частоте и обеспечивают подавление зеркального и прямого каналов приема, а также частичную избирательность по соседнему каналу. Полоса пропускания каждого канала составляет от 8 до 11 МГц в нижнем (А) поддиапазоне, 8...13 МГц в среднем (В) и 12...14 МГц в верхнем (С) поддиапазонах. Центральная частота определяется напряжением настройки $U_{НАСТР}$, подаваемым на СКВ, выбор требуемого поддиапазона – подачей управляющего напряжения (U_A , U_B или U_C) на соответствующий УВЧ (А1, А2 или А3). На УВЧ также подается напряжение U_{APY} автоматической регулировки усиления (APY). Напряжение настройки $U_{НАСТР}$ подается одновременно на все перестраиваемые элементы (входные цепи, ПФ, гетеродины).

Есть два способа настройки СКВ на заданный канал – при помощи напряжения настройки или с использованием синтеза частоты. В последнем случае в схему селектора вводится ряд дополнительных функциональных блоков (на рисунке 7.3 изображены штриховыми линиями): делитель U1 с переменным коэффициентом деления (ДПКД), фазовый детектор UR1, делитель частоты U2, опорный кварцевый генератор G4, сумматор U3 и ФНЧ Z5.

В отличие от СКВ с синтезатором напряжения в данном случае на схему подается не только напряжение настройки, но и значение коэффициента деления ДПКД по цифровой шине I^2C . Частота гетеродина, поделенная в n раз, сравнивается с частотой опорного генератора $G4$ в фазовом детекторе $UR1$. Напряжение ошибки фильтруется ФНЧ $Z5$ и суммируется с напряжением настройки в сумматоре $U3$, подстраивая таким образом частоту гетеродина. В результате ее относительная нестабильность будет определяться нестабильностью частоты кварцево-

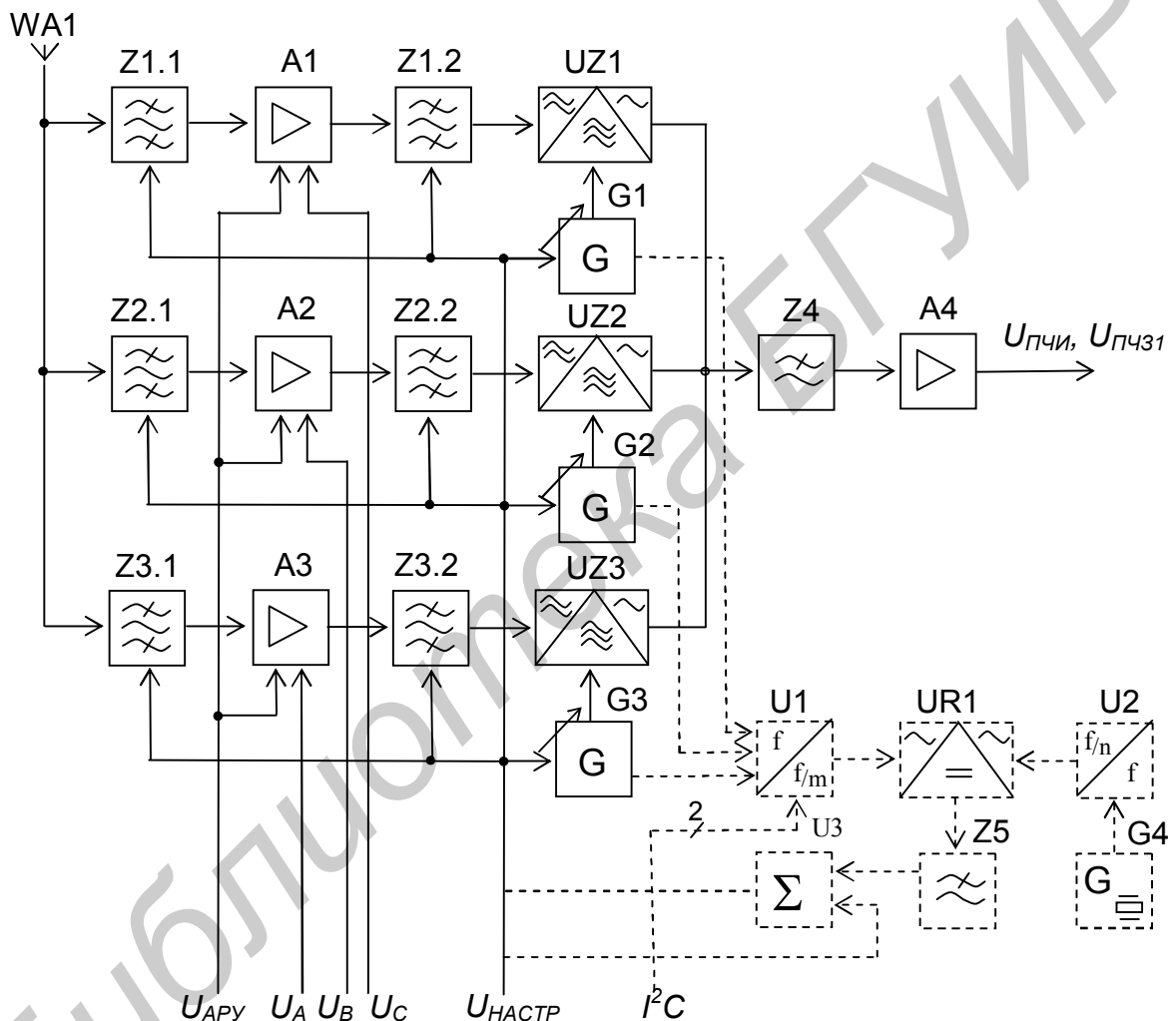


Рисунок 7.3 – Функциональная схема всеволнового селектора каналов

го генератора, которая крайне мала (менее 10^{-5}). Шаг перестройки (сканирования) определяется частотой опорного сигнала, поступающего на фазовый детектор с делителем $U2$. Как правило, в современных СКВ с синтезом частоты коэффициент деления частоты этого делителя имеет несколько фиксированных значений, задаваемых по I^2C шине; в результате шаг перестройки можно установить, к примеру, равным 62,5 кГц, 50 кГц, 31,25 кГц и т.д.

Основные характеристики СКВ, наиболее часто встречающихся в современных телевизорах [14-16], приведены в таблицах 7.1 и 7.2. Из них видно, что основные технические характеристики СКВ практически идентичны, отличие лишь в том, что последние модели (серия UV1300) обладают несколько лучшей чувствительностью и избирательностью, а также требуют напряжения питания + 5 В.

Таблица 7.1 – Основные типы селекторов каналов, используемых в современных телевизионных приемниках

Тип селектора	Аналог	Полоса частот	Способ настройки	Выход ПЧ	Размеры, мм
UV617		Эфирное ТВ	СН	Сим.	84×55×20
UV618		Эфирно-каб. ТВ	СН+ДЧ	Сим.	– // –
UV815	KS-H-61	Всеволновый	СН	Сим.	– // –
UV816	KS-H-64	Всеволновый	СЧ	Сим.	– // –
UV915	KS-V-91	Всеволновый	СН	Сим.	66×46,5×20
UV916	KS-H-96, СКВ-310	Всеволновый	СЧ	Сим.	– // –
UV917	KS-H-95, СКВ-301	Эфирно-каб. ТВ	СН	Сим.	– // –
UV1315	СКВ-411, KS-H-133, KS-H-131	Всеволновый	СН	Сим.	53×43,5×14
UV1316	СКВ-410, KS-H-134	Всеволновый	СЧ	Сим.	– // –
UV1317	СКВ-401, KS-H-133EA	Эфирно-каб. ТВ	СН	Сим.	– // –
KS-V-73		Эфирно-каб. ТВ	СН	Асим.	54×46,5×18,5
KS-H-79		Всеволновый	СН	Асим.	– // –

Таблица 7.2 – Основные технические характеристики современных селекторов каналов

Тип селектора	Коэф. усиления, дБ	Напряжение настройки		Избирательность		Коэф. шума, дБ	U _{пит.} , В
		min, В	max, В	по ПЧ, дБ	по ЗК, дБ		
UV617	38	0,8	28	60	60...70	8...11	12
UV618	38	0,8	28	60	60...70	8...11	12
UV815	38	0,7	28	60	66	< 11	12
UV816	38	0,7	28	60	66	< 11	12
UV915	38	0,7	28	60	66	< 11	12
UV916	38	1	28	60	66	< 11	12
UV917	38	0,7	28	60	66	< 11	12
UV1315	38	0,5	28	60...70	66...70	9...10	5
UV1316	38	0,5	28	60...70	66...70	9	5
UV1317	38	0,5	28	60...70	66...70	9...10	5
KS-V-73	20	0,5	28	60	45	12	12

KS-H-79	40	0,5	28	60	55	10	12
---------	----	-----	----	----	----	----	----

Кроме того, совершенствование элементной базы и технологии производства позволило уменьшить габаритные размеры СКВ. По этой же причине шаг выводов у этих селекторов уменьшен с 4,45 мм (семейство UV900) до 4 мм (UV1300), поэтому они конструктивно не совместимы, что необходимо учитывать при возможной замене СКВ.

3.3.2 Функциональная схема тракта промежуточной частоты

Функциональная схема тракта ПЧ изображения (ПЧИ) и первой ПЧ звукового сопровождения (ПЧЗ1) представлена на рисунке 7.4. Он выполнен по схеме с совместной обработкой сигналов изображения и звукового сопровождения, а все его активные элементы реализованы на ИМС TDA8362. Сигнал с симметричного выхода ПЧ СКВ (выводы 16, 17) поступает на полосовой фильтр ZQ1 на поверхностных акустических волнах типа КФПА2992 или аналогичный, обеспечивающий необходимую форму АЧХ и ФЧХ УПЧИ.

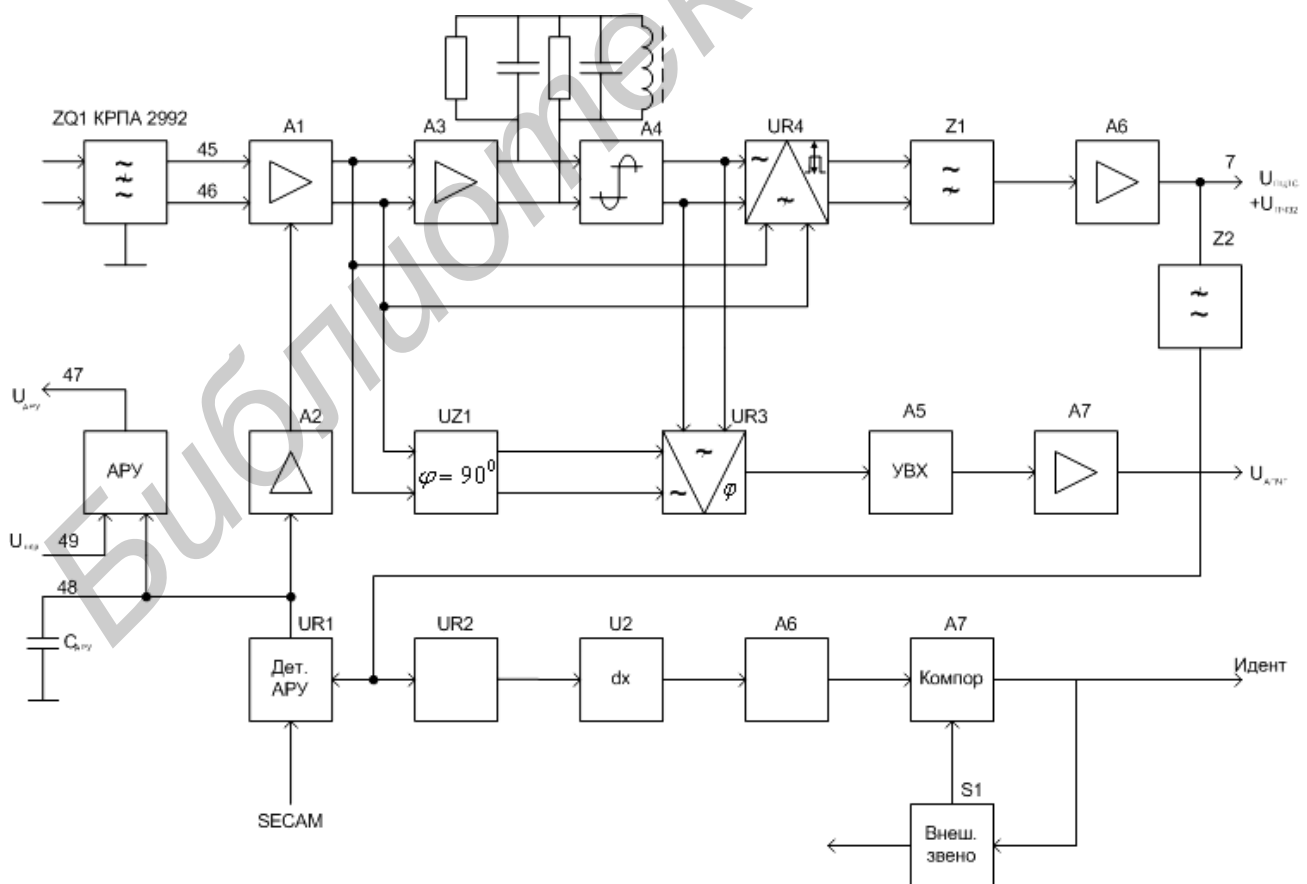


Рисунок 7.4 – Функциональная схема тракта ПЧИ и ПЧЗ1

Основное усиление сигналов ПЧИ и ПЧЗ1 обеспечивается в трехкаскадном дифференциальном усилителе А7. Каскады усилителя охвачены отрицательной обратной связью по переменному току, коэффициент передачи управляется схемой АРУ, состоящей из пикового детектора UR1 и усилителя А2. Диапазон регулировки – 64 дБ, чувствительность по входу, при которой вступает в действие схема АРУ, составляет 70 мкВ.

Детектирование РСИ и преобразование РСЗС с первой ПЧ на вторую производится в синхронном демодуляторе UR4. Он выполнен по схеме балансного перемножителя, на один из входов которого поступают РСИ и РСЗС на первой ПЧ, на второй – опорное колебание, представляющее собой выделенный опорным контуром на внешних элементах R1, R2, C1, C2, L1 сигнал промежуточной частоты изображения. Каскады усиления – ограничения А3, А4 способствуют подавлению амплитудной модуляции.

Рассмотрим подробнее процессы, происходящие в синхронном демодуляторе. Представим РСИ и РСЗС на его входе в следующем виде [17]:

$$U_{РСИ}(t) = U_{ПЧИ} \cdot [1 - MU_{ПЧТС}(t)] \cos(\omega_{ПЧИ}t + \varphi_0), \quad (7.1)$$

$$U_{РСЗС}(t) = U_{ПЧЗ1} \cdot \cos \left[\omega_{ПЧЗ1}t + m \int_{-\infty}^{+\infty} U_{ЗЧ}(t) dt \right], \quad (7.2)$$

где $U_{ПЧИ}$, $U_{ПЧЗ1}$ – амплитуды несущих изображения из звукового сопровождения на первой ПЧ;

$U_{ПЧТС}$, $U_{ЗЧ}$ – сигналы изображения и звукового сопровождения;

M – глубина АМ;

m – индекс ЧМ;

$\omega_{ПЧИ} = 2\pi f_{ПЧИ}$ – круговая ПЧИ;

$\omega_{ПЧЗ1} = 2\pi f_{ПЧЗ1}$ – круговая ПЧЗ (первая).

Для упрощения анализа примем, что сигнал ЗЧ является гармоническим:

$$U_{ЗЧ}(t) = \cos \Omega t. \quad (7.3)$$

Тогда

$$U_{РСЗС}(t) = U_{ПЧЗ1} \cos[\omega_{ПЧЗ1}t + m \sin \Omega t] \quad (7.4)$$

Сигнал на выходе синхронного демодулятора будет иметь вид

$$U_{ВЫХ СД}(t) = [U_{РСИ}(t) + U_{РСЗС}(t)] \cdot U'_{ПЧИ}(t), \quad (7.5)$$

где $U'_{ПЧИ}(t) = 2\cos(\omega_{ПЧИ}t + \varphi'_0)$ – выделенная схемой регенерации несущая изображения на первой ПЧ.

Используя принципы суперпозиции, рассмотрим по отдельности преобразование РСИ и РСЗС в синхронном демодуляторе. Для РСИ напряжение на выходе СД запишется в виде

$$U'_{ВЫХ СД}(t) = U_{РСИ}(t) \cdot U'_{ПЧИ}(t) = U_{ПЧИ} \cdot [1 - MU_{ПЦТС}(t)] \cos(\omega_{ПЧИ}t + \varphi_0) \times \\ \times 2\cos(\omega_{ПЧИ}t + \varphi'_0) = U_{ПЧИ} \cdot [1 - MU_{ПЦТС}(t)] \cos(2\omega_{ПЧИ}t + \varphi_0 + \varphi'_0) + \\ + U_{ПЧИ} \cdot [1 - MU_{ПЦТС}(t)] \cos(\varphi_0 - \varphi'_0). \quad (7.6)$$

Составляющие с частотой $2\omega_{ПЧИ}$ будут подавлены фильтром Z1, поэтому останется только модулированный сигнал:

$$U'_{ВЫХ СД}(t) = U_{ПЧИ} \cdot [1 - MU_{ПЦТС}(t)] \cos(\varphi_0 - \varphi'_0). \quad (7.7)$$

Учитывая, что M – постоянные величины, и выбирая разность фаз $(\varphi_0 - \varphi'_0)$ между несущим и восстановленным (опорным) колебанием равной 0° (сигналы синфазные) или 180° (противофазные), получаем протектированный сигнал $U_{ПЦТС}(t)$ с постоянной составляющей в позитивной или негативной полярности:

$$U'_{ВЫХ СД}(t) = kU_0 \pm U_{ПЦТС}(t). \quad (7.8)$$

Повторим эти рассуждения для РСЗС:

$$U''_{ВЫХ СД}(t) = U_{РСЗС}(t) \cdot U'_{ПЧИ}(t) = U_{ПЧЗ1} \cdot \cos(\omega_{ПЧЗ1}t + m \sin \Omega t) \times \\ \times 2\cos(\omega_{ПЧИ}t + \varphi'_0) = U_{ПЧЗ1} \cdot \cos[(\omega_{ПЧЗ1} + \omega_{ПЧИ})t + m \sin \Omega t + \varphi'_0] + \\ + U_{ПЧЗ1} \cdot \cos[(\omega_{ПЧЗ1} - \omega_{ПЧИ})t + m \sin \Omega t - \varphi'_0] \quad (7.9)$$

Составляющие с частотой $(\omega_{ПЧЗ1} + \omega_{ПЧИ})$ подавляются ФПЧ Z1. Таким образом,

$$U''_{ВЫХ СД}(t) = U_{ПЧЗ1} \cdot \cos(\omega_{ПЧЗ2}t + m \sin \Omega t - \varphi'_0), \quad (7.10)$$

где $\omega_{ПЧЗ2} = (\omega_{ПЧЗ1} - \omega_{ПЧИ})$ – вторая ПЧ РСЗС.

Просуммировав (7.8) и (7.10), получим сигнал на выходе СД (с учетом фильтрации в Z1).

$$U_{ВЫХ СД} = U'_{ВЫХ СД}(t) + U''_{ВЫХ СД}(t) = kU_0 \pm U_{ПЦТС}(t) + \\ + U_{ПЧЗ1}(t) \cos(\omega_{ПЧЗ2}t + m \sin \Omega t - \varphi'_0) \quad (7.11)$$

Видно, что на выходе СД присутствует протектированный ПЦТС и РСЗС на второй ПЧ.

Следует отметить, что выше был рассмотрен процесс идеального синхронного детектирования. В реальности выделенная ПЧ изображения $U'_{ПЧИ}(t)$ всегда имеет паразитную АМ, а фазы высокочастотного колебания φ_0 и φ'_0 зависят от модулирующего сигнала (соответственно изменяются во времени).

В результате сигналы ПЦТС и ЗЧ приобретают линейные и нелинейные искажения, минимизация которых является достаточно сложной задачей при построении тракта ПЧ. Более подробно эти вопросы рассмотрены в [12].

Одной из основных причин возникновения линейных и квадратурных искажений сигналов является неравномерность АЧХ УПЧИ, а также неточность установления относительно ее спектров РСИ и РСЗС. Отсюда достаточно высокие требования к стабильности частоты гетеродина селектора каналов: максимальный уход частоты во всех случаях не должен превышать ± 100 кГц. Это обеспечивается применением схемы АПЧГ, представляющей собой фазовый детектор UR3, УВХ А5 и УПТ А7. Применение ФД позволяет более точно поддерживать частоту $f_{ПЧИ} = 38,0$ (38,9) МГц с остаточной расстройкой не по частоте, а по фазе.

ФД выполнен таким же образом, что и СД UR4, т.е. по схеме балансного перемножителя. Отличие лишь в том, что на один вход ФД поступает выделенный схемой регенерации сигнал промежуточной частоты изображения $U'_{ПЧИ}(t)$, а на второй – РСИ, сдвинутый по фазе на 90° фазовращателем UZ7. В результате перемножения (по аналогии с (7.6)) на выходе ФД формируется сигнал ошибки, пропорциональный разности фаз между входными сигналами.

В тракте ПЧ используется ключевая АРУ с задержкой. Функцию детектора схемы АРУ исполняет детектор UR1, фиксирующий уровни синхроимпульсов при приеме радиосигналов с негативной модуляцией (все стандарты, за исключением L) либо максимальный уровень белого, если используется позитивная модуляция (стандарт L). При работе с радиосигналами с негативной модуляцией для исключения влияния видеосигнала на схему АРУ производится ее стробирование строчными синхроимпульсами, т.е. сигнал детектируется только в момент прихода ССИ. Отсюда название типа АРУ – ключевая. Стробирование отключается на время обратного хода кадровой развертки. Это позволяет избежать изменения амплитуды видеосигнала в режиме воспроизведения с видеомagneтофона из-за фазовых сдвигов, возникающих во время переключения видеоголовок. В режиме приема сигналов с позитивной модуляцией детектор

APY срабатывает только в строках 17 и 330. Особенность этих строк в том, что в них передаются испытательные сигналы для контроля параметров сквозного ТВ-тракта и размах их всегда должен быть постоянен.

Напряжение детектора APY запоминается конденсатором C_{APY} , причем постоянные времени его разряда различны при обработке радиосигналов с позитивной и негативной модуляцией. Связано это с тем, что максимальный размах сигнала при негативной модуляции изменяется в каждой строке, а позитивной – только в одной строке каждого поля. Допустимый ток разряда конденсатора C_{APY} составляет 10 мкА для негативной и 0,2 мкА для позитивной модуляции. Превышение этого тока ухудшает характеристики схемы APY и приводит к изменению амплитуды видеосигнала в течение строки (поля).

Схема задержки обеспечивает включение APY только при достижении определенного размаха сигналов на выходе демодулятора. Величина порога задается при помощи внешнего постоянного напряжения, подаваемого на формирователь U_{APY} U7.

В зависимости от величины порогового напряжения уровни входного сигнала на УПЧИ А1, при которых начинает работать схема APY, могут лежать в пределах от 0,2 до 150 мВ_{эф}.

Схема идентификации, включающая в себя пиковый детектор UR2, интегратор U2, компараторы А6, А7 и схему выключения звука S1, формирует следующие сигналы:

- напряжение не более 0,5 В при отсутствии видеосигнала (при этом отключается демодулятор РСЗС);
- напряжение 6 В при приеме сигнала с частотой цветовой поднесущей 3,58 МГц (система NTSC);
- напряжение 8 В при приеме сигнала с частотой цветовой поднесущей 4,43 МГц (система PAL).

Схема идентификации видеосигнала работает независимо от цепей синхронизации (в отличие от схемы APY), что обеспечивает сохранение настройки на обрабатываемый ТВ-сигнал при переводе телевизора в режим монитора (режим AV).

3.3.3 Схема демодуляции РСЗС

РСЗС на второй ПЧ (5,5 или 6,5 МГц в зависимости от принимаемого стандарта) выделяется из ПЦТС полосовыми фильтрами Z1 или Z2 и ограничивается усилителем-ограничителем А1 (рисунок 7.5). Основная задача последне-

го – устранение паразитной АМ частотно-модулированного сигнала звукового сопровождения.

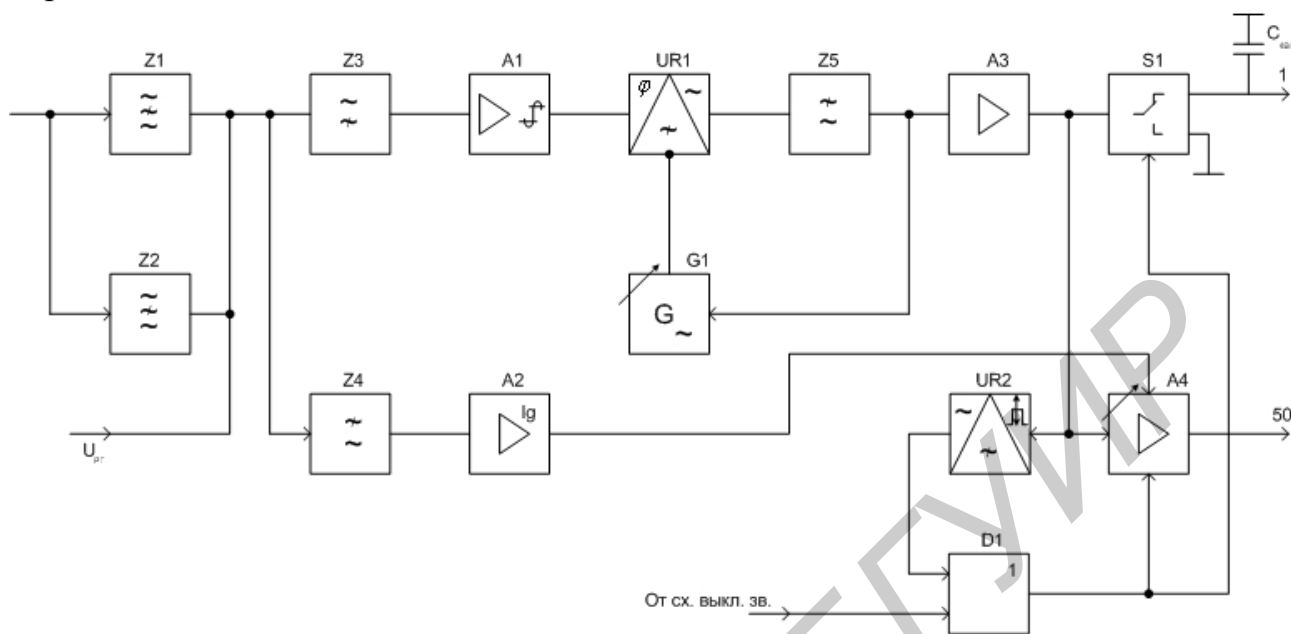


Рисунок 7.5 – Функциональная схема демодулятора РСЗС

Демодулятор выполнен на базе схемы ФАПЧ (т.е. является синхронно-фазовым детектором) и включает в себя фазовый детектор UR1, ФНЧ Z5 и генератор, управляемый напряжением (ГУН) G1. Демодуляторы такого типа относятся к классу порогопонижающих [18] и способны работать при меньшем отношении сигнал/шум входного ЧМ сигнала по сравнению с классическими схемами построения частотных детекторов. Кроме этого, демодулятор на базе ФАПЧ не требует настройки, а единственным его внешним элементом является конденсатор RC-фильтра нижних частот.

Принцип работы демодулятора следующий: фазовый детектор (ФД) UR1 сравнивает фазы входного напряжения и напряжения, создаваемого управляемым генератором (ГУН). В зависимости от разности фаз на выходе UR1 вырабатывается напряжение ошибки, которое проходит через ФНЧ Z5 и управляет частотой гетеродина G1. Если разность частот входного сигнала ω_C и гетеродина $\omega_{Г0}$ меньше половины полосы захвата петли ФАПЧ, то частоты синхронизируются, т.е. частота гетеродина становится равной частоте сигнала: $\omega_{Г} = \omega_C$. Управляющее напряжение оказывается пропорциональным разности частоты входного сигнала и собственной частоты гетеродина $\omega_{Г0}$.

Представим, что на сигнальный вход ФД UR1 подается радиосигнал звукового сопровождения на второй ПЧ

$$U_{PC3C}(t) = U_{ПЧ32} \cos[\omega_{ПЧ32}t + \varphi_C(t)] = U_{ПЧ32} \cos[\omega_{МГН}(t)t], \quad (7.12)$$

где $\varphi_C(t) = m \int_{-\infty}^{\infty} U_{3Ч}(t)dt$ – мгновенная фаза модулирующего сигнала;

$$\omega_{МГН}(t) = \omega_{ПЧ32} + \frac{\partial \varphi_C(t)}{\partial t} \text{ – мгновенная частота ЧМ-сигнала.}$$

На гетеродинный вход этого же ФД подается опорное колебание

$$U_{ОП}(t) = U_{ГУН} \cos[\omega_{ГУН}t + \varphi_0], \quad (7.13)$$

где $U_{ГУН}$ – максимальная амплитуда опорного сигнала;

$\omega_{ГУН}$ – круговая частота ГУНа;

φ_0 – начальная фаза опорного сигнала.

На выходе ФД получается произведение входного и гетеродинного сигналов

$$\begin{aligned} U_{ФД}(t) &= U_{PC3C}(t) \cdot U_{ОП}(t) = U_{ПЧ32} \cos[\omega_{МГН}(t)t] \cdot U_{ГУН} \cos[\omega_{ГУН}t + \varphi_0] = \\ &= K_{ГУН} \frac{U_{PC3C}(t) \cdot U_{ОП}(t)}{2} \times \end{aligned} \quad (7.14)$$

$$\times \{ \cos[(\xi_{МГН}(t) + \omega_{ГУН})t + \varphi_0] + \cos[(\omega_{МГН}(t) - \omega_{ГУН})t - \varphi_0] \}$$

где $K_{ГУН}$ – коэффициент передачи ФД.

После фильтрации в ФНЧ Z5 получим выходной сигнал

$$U_{ВЫХ}(t) = K_{ГУН} \frac{U_{PC3C}(t) \cdot U_{ОП}(t)}{2} \times \cos[(\omega_{МГН}(t) - \omega_{ГУН})t - \varphi_0]. \quad (7.15)$$

Этот же сигнал поступает и на управляющий вход ГУН G1, изменяя его частоту таким образом, что она становится равной частоте входного сигнала ФД. Если частота ГУН пропорциональна управляющему напряжению, т.е.

$$\omega_{ГУН} = \omega_0 + \alpha U_{ВЫХ}, \quad (7.16)$$

где ω_0 – частота колебаний ГУН в отсутствие управляющего сигнала, то в синхронном режиме работы петли ФАПЧ ($\omega_{ПЧ32} = \omega_{ГУН}$) получаем

$$U_{ВЫХ} = \frac{1}{\alpha} (\omega_{МГН}(t) - \omega_0). \quad (7.17)$$

Таким образом, выходное напряжение пропорционально отклонению частоты сигнала от некоторого фиксированного значения, что и требуется от частотного детектора [19].

Предварительный усилитель А3 обеспечивает усиление протектированного звукового сигнала до уровня $350 \text{ мВ}_{\text{эф}}$. Этот сигнал, не регулируемый по амплитуде, поступает на выход схемы, к которому подключен внешний конденсатор $C_{\text{КВП}}$ для коррекции ВЧ-предыскажений сигнала ЗС. Также сигнал ЗЧ подается на регулируемый усилитель А4, а с него – на УЗЧ телевизора.

Регулировка громкости выходного сигнала ЗЧ осуществляется путем подачи постоянного управляющего напряжения на вывод 5 ИМС. Это напряжение выделяется ФНЧ Z4 и через усилитель с логарифмической АХ А2 поступает на регулирующий вход предварительного УЗЧ А4. При изменении управляющего напряжения от 0 до 5 В диапазон регулировки громкости составляет 80 дБ.

Предварительный УЗЧ А4 может быть полностью заблокирован (отключен) сигналом со схемы «ИЛИ» D1, на один из входов которой поступает сигнал от схемы выключения звука тракта ПЧИ и ПЧЗ1 (см. рисунок 7.4), а также с детектора АМ-сигнала звукового сопровождения UR2 (используется в стандарте L). Если на входе UR2 появляется высокий уровень (не менее $U_{\text{пит}} - 1 \text{ В}$), он формирует сигнал блокировки УЗЧ А4.

3.3.4 Схема синхронизации и управления развертками

Схема синхронизации (рисунок 7.6) обеспечивает выделение строчных и кадровых синхроимпульсов, формирование трехуровневого стробирующего импульса U_{SSC} и импульсов запуска строчной и кадровой разверток.

Полный цветовой телевизионный сигнал $U_{\text{ПЦТС}}$ через схему привязки уровня (восстановления постоянной составляющей) U3 подается на амплитудный ограничитель А1, осуществляющий выделение синхроимпульсов, и далее на схемы выделения строчных и кадровых синхроимпульсов U2 и U5.

Строчные синхроимпульсы подаются на первый фазовый детектор UR1 и детектор совпадений D1, который идентифицирует наличие видеосигнала по наличию синхроимпульсов на обоих его входах и осуществляет контроль синхронизации задающего генератора (ЗГ) G1.

При отсутствии синхронизации напряжение на выходе детектора D1 (и соответственно на выводе 14 ИМС) становится низким, что может использоваться для определения наличия видеосигнала.

Задающий генератор работает на удвоенной частоте строк исходя из условия обеспечения чересстрочного раstra. После деления частоты сигнала ЗГ на два импульсы с частотой $f_{\text{стр}}$ подаются на двойную схему ФАПЧ.

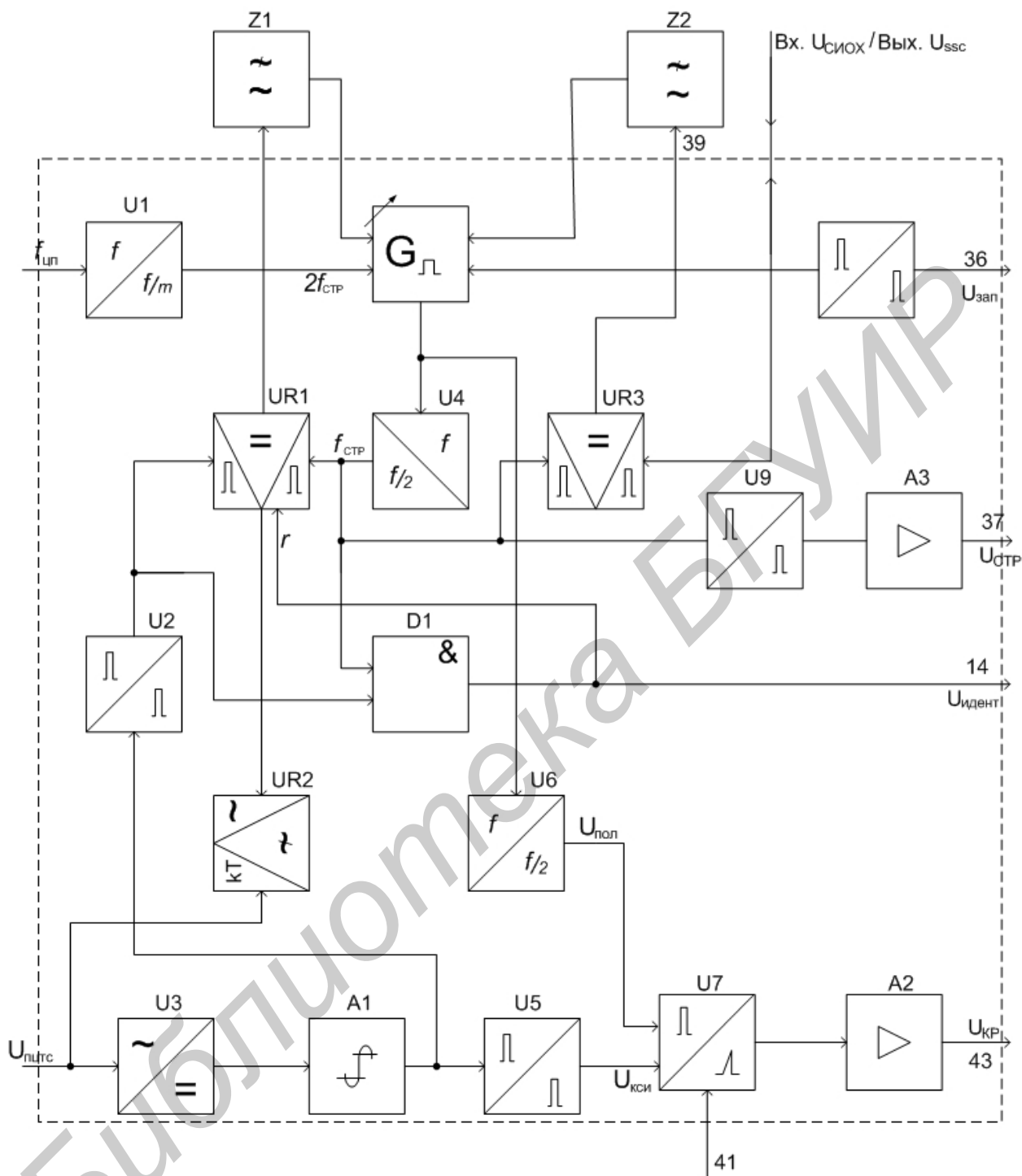


Рисунок 7.6 – Структурная схема блока синхронизации

Первая петля, образованная фазовым детектором UR1, внешним ФНЧ Z1 и самим ЗГ $G_{\text{Л}}$, обеспечивает подстройку частоты и фазы импульсов ЗГ под параметры строчных синхроимпульсов, выделяемых селектором U2.

Постоянная времени ФД UR1 автоматически переключается (путем коммутации внутреннего сопротивления) по сигналам с детектора шумов UR2 и

детектора совпадений. При увеличении шумов постоянная времени ФД увеличивается, выходной ток составляет 30 мкА, что приводит к уменьшению полосы захвата и повышению помехоустойчивости.

При приеме нормального сигнала, а также при обработке внешнего видеосигнала (режим AV), постоянная времени уменьшается (выходной ток 180 мкА) для расширения полосы захвата сигнала синхронизации.

При работе в режиме AV для обеспечения быстрой компенсации фазовой ошибки, возникающей, к примеру, в сигнале с видеомэгнитофона при переключении видеоголовок, на время обратного хода кадровой развертки постоянную времени уменьшают еще примерно в 1,5 раза для ускорения захвата сигнала синхронизации. Это позволяет устранить характерный «загиб» верхней части изображения, возникающий при работе с видеозаписями низкого качества.

Для обеспечения нормальной работы схемы синхронизации размах $U_{\text{ПЦТС}}$ должен быть не менее 2 В от уровня белого до уровня синхронизации. В противном случае детектор шума переключит постоянную времени при меньшем уровне сигнала (переключения происходит при отношении сигнал/шум около 20 дБ), что приведет к «дрожанию» фазы сигнала ЗГ.

Для обеспечения независимости фазы изображения (и, соответственно, его положения на экране по горизонтали) от частоты строчной развертки (15625 или 15734 Гц) статическая характеристика ФД имеет очень высокую крутизну.

Частота ЗГ автоматически калибруется путем сравнения ее с частотой кварцевого генератора декодера сигналов цветности, которая делится делителем $U1$ до значения, наиболее близкого к частоте строк (кварцевый генератор работает либо на частоте $(283 + 314)f_{\text{стр}} + f_{\text{к}} \approx 4,43$ МГц при работе в системе PAL и $227,5f_{\text{стр}} + f_{\text{к}} \approx 3,58$ МГц в NTSC). В результате частота свободных колебаний ЗГ имеет девиацию не более 2% от номинального ($f_{\text{стр}}$) значения.

Вторая петля ФАПЧ, включающая в себя фазовый детектор UR3 и ФНЧ Z2, обеспечивает поддержание заданной фазы импульсов запуска строчной развертки $U_{\text{стр}}$ на выходе формирователя $U9$ относительно импульсов ЗГ в режиме захвата первой петли ФАПЧ. Начальная фаза изображения устанавливается изменением внешней нагрузки, подключаемой на выход ФД UR3. Диапазон сдвига (центровки изображения по горизонтали) составляет ± 2 мкс. Импульсы обратного хода строчной развертки $U_{\text{СИОХ}}$ подаются на второй вход ФД UR3, на нем же формируются трехуровневые стробирующие импульсы U_{SSC} , необходимые для работы декодера SECAM DA102 и дискретных линий задержки на переключаемых конденсаторах DT107.

Запуск ЗГ осуществляется подачей на схему запуска внешнего постоянного напряжения 8 В.

Пилообразные импульсы управления выходным каскадом кадровой развертки формируются путем деления частоты ЗГ G7. Делитель частоты U6 имеет два режима работы:

- режим «широкого окна» включается при отсутствии синхронизации или при приеме нестандартного сигнала (количество строк в поле от 311 до 314 при частоте полей 50 Гц и от 261 до 264 при частоте полей 60 Гц). В этом случае делитель U6 находится в режиме поиска и периодически переключается с частоты 45 Гц на частоту 64,5 Гц;

- режим «узкого окна» включается, когда детектируется более 15 последовательных кадровых синхроимпульсов. Этот режим является стандартным.

Обратное переключение делителя в режим поиска происходит в случае отсутствия кадровых периодов кадровой развертки.

На формирователь U7 подаются импульсы обратного хода кадровой развертки для повышения линейности выходного напряжения. Постоянное напряжение на управляющем входе формирователя U7 (вывод 41 ИМС) в нормальном режиме составляет $2,5 \pm 0,5$ В, размах переменного – 1 В. Если увеличить или уменьшить постоянное напряжение относительно номинала на 1,5 В и более, происходит срабатывание защиты от прожога кинескопа, которая обеспечивает гашение лучей.

При включении телевизора частота полей устанавливается равной 60 Гц или 50 Гц, в зависимости от модификации ИМС, далее, при опознавании сигнала кадровой синхронизации, устанавливается точное значение частоты полей (либо остается 60 Гц при работе в стандартах М, N, либо осуществляется переход на 50 Гц при приеме всех остальных стандартов).

3.3.5 Декодер сигналов цветности PAL

Декодер (демодулятор) сигналов цветности выполнен на базе трех ИМС – TDA8362 (схемы разделения сигналов яркости и цветности и декодер PAL), TDA8395 (декодер SECAM) и TDA4665 (интегральная линия задержки). Внутренняя структура части ИМС TDA8362, отвечающая за разделение сигналов яркости и цветности, приведена на рисунке 7.7. Полный цветовой телевизионный сигнал (ПЦТС) через выводы 13 (внутренний ПЦТС с выхода видеодетектора) и 15 (внешний ПЦТС или сигнал яркости с разъема SCART) через коммутатор S1 подается на предварительный усилитель A1 с регулируемым коэффициентом передачи (0 дБ для внутреннего ПЦТС и 6 дБ – для внешнего). В ре-

в результате этого, независимо от выбора источника, размах сигнала на выходе А1 составляет 2 В от уровня синхронизации до уровня белого. Коммутатор S3 пропускает ПЦТС только в активной части поля, режекторный фильтр Z3 обеспечивает подавление гармоник сигнала цветности.

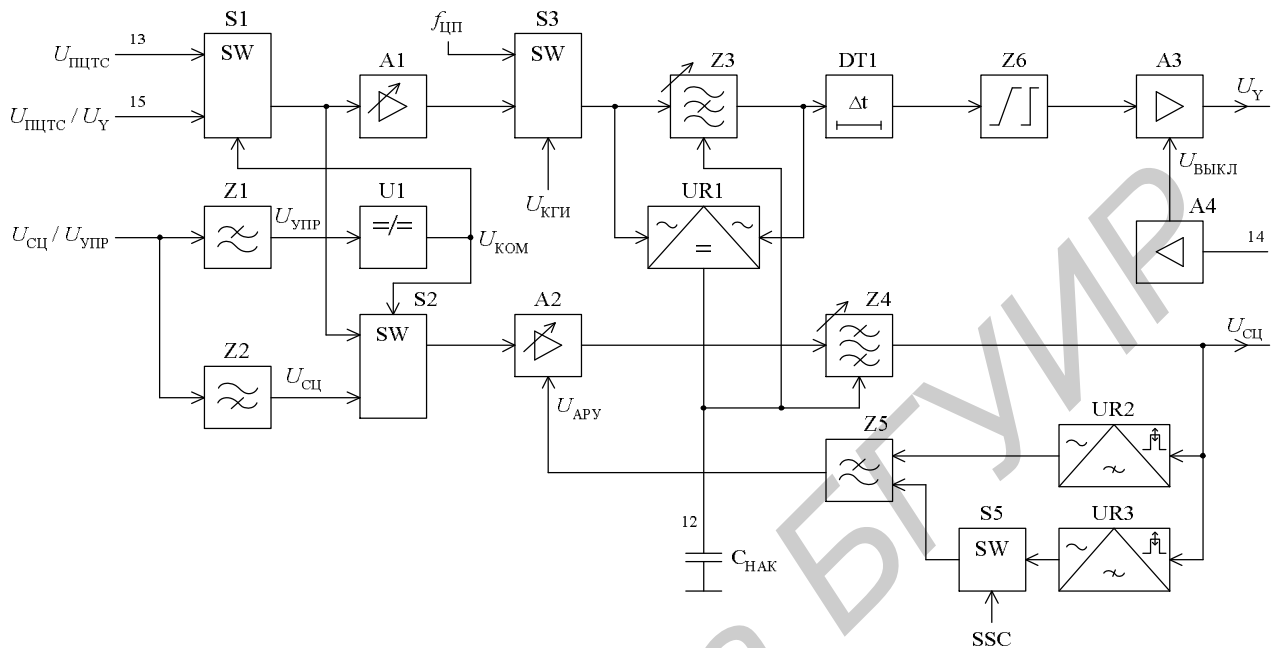


Рисунок 7.7 – Функциональная схема блока разделения сигналов яркости и цветности ИМС TDA8362

Z3 является гираторным фильтром с изменяемой частотой режекции. Настройка выполняется в интервалах КГИ путем подачи на фильтр колебаний с частотой цветовой поднесущей (4,43 МГц для PAL и 3,58 МГц для NTSC) от опорного генератора демодулятора сигналов цветности. Детектор UR1 сравнивает сигналы на входе и выходе режекторного фильтра, и в зависимости от разности этих сигналов на накопительном конденсаторе $C_{НАК}$, подключенном к выводу 12 ИМС, формируется напряжение смещения резонансной частоты фильтра. Таким образом, последняя оказывается «привязанной» к частоте опорного генератора, т.е. равной частоте цветовой поднесущей. При обработке ПЦТС системы SECAM калибровка выполняется от опорного генератора PAL (4,43 МГц), но вводится дополнительное постоянное смещение, в результате чего частота режекции составляет около 4,2 МГц.

С выхода Z3 выделенный сигнал яркости поступает на линию задержки DT1, в которой компенсируется расхождение фронтов широкополосного яркостного и узкополосных цветоразностных сигналов. Корректор Z6 обеспечивает подъем АЧХ в области верхних частот (3...6 МГц), что улучшает воспроизведение мелких деталей. Далее через буферный усилитель A4, коэффициент усиления которого может изменяться в пределах от -1 до +1 дБ в зависимости от

управляющего напряжения на выводе 14, выделенный сигнал яркости U_Y подается на схему матрицирования.

Выделение сигнала цветности из ПЦТС обеспечивает перестраиваемый полосовой фильтр Z4. Его резонансная частота настраивается аналогично Z3. На вход Z4 через коммутатор S2 и усилитель A2 может подаваться либо ПЦТС с выхода коммутатора S1, либо сигнал цветности с вывода 16.

Применение вилки фильтров Z1, Z2 связано с тем, что вывод 16 используется для получения как сигнала цветности, так и сигнала коммутации источников (внутренний, внешний или S-Video) ПЦТС. Высокочастотный сигнал цветности выделяется ФВЧ Z2, а сигнал коммутации (постоянная составляющая) – ФНЧ Z1. Если уровень постоянной составляющей (ПС) на выводе 16 не превышает 0,5 В, на выходы коммутаторов S1 и S2 проходит внутренний ПЦТС с видеодетектора, если ПС превышает напряжение $U_{\text{ПИТ}} - 0,5 \text{ В}$ – внешний ПЦТС с разъема SCART, если же ПС лежит в пределах от 0,5 В до $U_{\text{ПИТ}} - 0,5 \text{ В}$, то обеспечивается режим «S-Video», в котором на выход коммутатора S1 проходит сигнал яркости с вывода 15, а на выход S2 – сигнал цветности с вывода 16. В режиме «S-Video» фильтры Z3 и Z4 шунтируются.

Усилитель A2 управляется двухзвенной схемой АРУ на базе пиковых детекторов UR2, UR3 и интегрирующего ФНЧ Z5. Детектор UR3 служит для оценки размаха сигнала цветовой синхронизации, поэтому работает только в интервалы времени, соответствующие задней площадке строчного гасящего импульса. UR2 измеряет размах сигнала цветности в пределах активной части строки. Такое построение схемы АРУ позволяет поддерживать на выходе усилителя A2 правильное соотношение между максимальным размахом сигнала цветности и размахом сигнала цветовой синхронизации 2,2:1.

В основе демодулятора сигнала цветности системы PAL (рисунок 7.8) лежат два синхронных детектора UR1 и UR2 (перемножителя), на сигнальные входы которых подается сигнал цветности с выхода полосового фильтра (см. рисунок 7.7), а на опорные – колебания с частотой цветовой поднесущей, сформированные кварцевым ГУН G1. Фазовращатель U2 цветového тона обеспечивает фазовый сдвиг опорного сигнала в канале В-У точно на 90° . В канале R-У сигнал цветности через строку инвертируется на 180° в коммутаторе S3.

Принцип работы демодулятора при приеме сигнала цветности PAL следующий. На входы синхронных детекторов каналов U (UR1) и V (UR2) приходит сигнал цветности n -й строки, равный

$$U_{\text{Ц}n} = U \sin(\omega_{\text{ПЦТ}} t) + V \cos(\omega_{\text{ПЦТ}} t), \quad (7.18)$$

а затем сигнал $(n + 1)$ -й строки

$$U_{CЦ(n+1)} = U \sin(\omega_{ПЦ}t) - V \cos(\omega_{ПЦ}t). \quad (7.19)$$

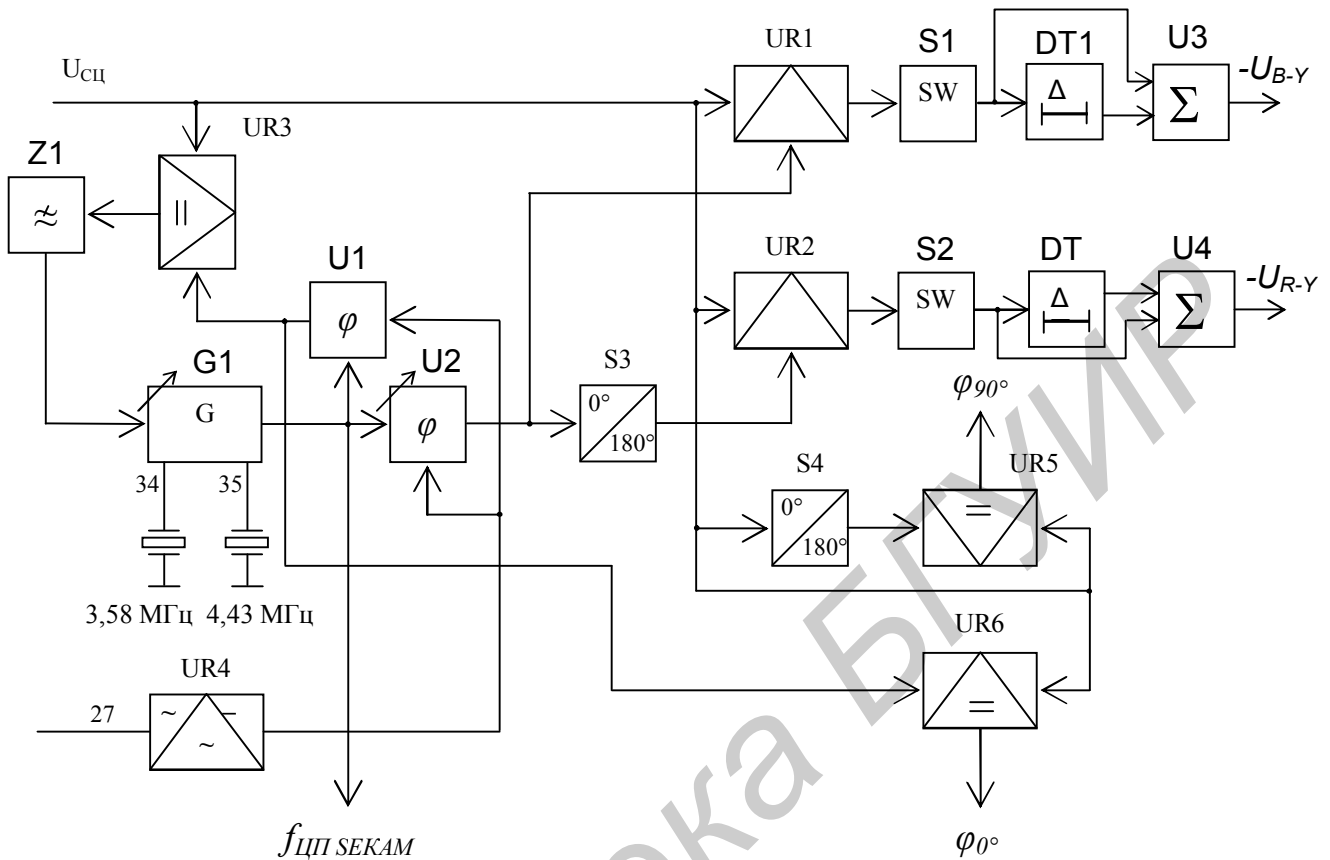


Рисунок 7.8 – Функциональная схема демодулятора сигналов цветности PAL

Если в тракте передачи возникает паразитный фазовый сдвиг α , в приемник поступают искаженные сигналы

$$U_{CЦn} = U \sin(\omega_{ПЦ}t + \alpha) + V \cos(\omega_{ПЦ}t + \alpha), \quad (7.20)$$

$$U_{CЦ(n+1)} = U \sin(\omega_{ПЦ}t + \alpha) - V \cos(\omega_{ПЦ}t + \alpha). \quad (7.21)$$

Эти сигналы в синхронных детекторах перемножаются с опорными сигналами: в канале U

$$U_{ОПУn} = U_{ОПmax} \sin(\omega_{ПЦ}t), \quad (7.22)$$

$$U_{ОПУ(n+1)} = U_{ОПУn}, \quad (7.23)$$

и в канале V (с учетом коммутации фазы поднесущей цветности на 180° от строки к строке)

$$U_{ОПVn} = U_{ОПmax} \cos(\omega_{ПЦ}t), \quad (7.24)$$

$$U_{ОПV(n+1)} = U_{ОПmax} \cos(\omega_{ПЦ}t + 180^\circ) = -U_{ОПmax} \cos(\omega_{ПЦ}t). \quad (7.25)$$

Сигналы на выходах синхронных детекторов U и V можно теперь представить в виде:

- канал U, n -я строка

$$U_{ВЫХ СДУn} = U_{СЦn} \cdot U_{ОПУn} = [U \sin(\omega_{ПЦ}t + \alpha) + V \cos(\omega_{ПЦ}t + \alpha)] \times \\ \times U_{ОПmax} \sin(\omega_{ПЦ}t) = 0,5 \cdot U \cdot U_{ОПmax} \cdot [\cos(\alpha) - \cos(2\omega_{ПЦ}t + \alpha)] - \\ - 0,5 \cdot V \cdot U_{ОПmax} \cdot [\sin(\alpha) - \sin(2\omega_{ПЦ}t + \alpha)] \quad (7.26)$$

- канал U, $(n + 1)$ -я строка

$$U_{ВЫХ СДУ(n+1)} = U_{СЦ(n+1)} \cdot U_{ОПУ(n+1)} = [U \sin(\omega_{ПЦ}t + \alpha) - V \cos(\omega_{ПЦ}t + \alpha)] \times \\ \times U_{ОПmax} \sin(\omega_{ПЦ}t) = 0,5 \cdot U \cdot U_{ОПmax} \cdot [\cos(\alpha) - \cos(2\omega_{ПЦ}t + \alpha)] + \\ + 0,5 \cdot V \cdot U_{ОПmax} \cdot [\sin(\alpha) - \sin(2\omega_{ПЦ}t + \alpha)] \quad (7.27)$$

- канал V, n -я строка

$$U_{ВЫХ СДVn} = U_{СЦn} \cdot U_{ОПVn} = [U \sin(\omega_{ПЦ}t + \alpha) + V \cos(\omega_{ПЦ}t + \alpha)] \times \\ \times U_{ОПmax} \cos(\omega_{ПЦ}t) = 0,5 \cdot U \cdot U_{ОПmax} \cdot [\sin(\alpha) + \sin(2\omega_{ПЦ}t + \alpha)] + \\ + 0,5 \cdot V \cdot U_{ОПmax} \cdot [\cos(\alpha) + \cos(2\omega_{ПЦ}t + \alpha)] \quad (7.28)$$

- канал V, $(n + 1)$ -я строка

$$U_{ВЫХ СДV(n+1)} = U_{СЦ(n+1)} \cdot U_{ОПV(n+1)} = [U \sin(\omega_{ПЦ}t + \alpha) - V \cos(\omega_{ПЦ}t + \alpha)] \times \\ \times [-U_{ОПmax} \cos(\omega_{ПЦ}t)] = -0,5 \cdot U \cdot U_{ОПmax} \cdot [\sin(\alpha) + \sin(2\omega_{ПЦ}t + \alpha)] + \\ + 0,5 \cdot V \cdot U_{ОПmax} \cdot [\cos(\alpha) + \cos(2\omega_{ПЦ}t + \alpha)] \quad (7.29)$$

Известно, что при идеальном синхронном детектировании (в отсутствии фазового сдвига между опорным и детектируемым сигналом) крутизна преобразования k определяется только амплитудой опорного колебания. Тогда, приняв $k = 0,5U_{ОПmax}$ и учитывая последующую низкочастотную фильтрацию, для полезных компонент на выходах синхронных детекторов получаем:

- канал U, n -я строка

$$U'_{ВЫХ СДУn} = k \cdot U \cdot \cos(\alpha) - k \cdot V \cdot \sin(\alpha); \quad (7.30)$$

- канал U, $(n + 1)$ -я строка

$$U'_{ВЫХ СДУ(n+1)} = k \cdot U \cdot \cos(\alpha) + k \cdot V \cdot \sin(\alpha); \quad (7.31)$$

- канал V, n-я строка

$$U'_{\text{ВЫХ СД}V_n} = k \cdot V \cdot \cos(\alpha) + k \cdot U \cdot \sin(\alpha); \quad (7.32)$$

- канал V, (n + 1)-я строка

$$U'_{\text{ВЫХ СД}V_{(n+1)}} = k \cdot V \cdot \cos(\alpha) - k \cdot U \cdot \sin(\alpha). \quad (7.33)$$

Окончательно цветоразностные сигналы U' и V' в канале цветности получают в результате суммирования сигналов соседних строк с выходов соответствующих синхронных детекторов:

$$U' = U'_{\text{ВЫХ СД}U_n} + U'_{\text{ВЫХ СД}U_{(n+1)}} = k \cdot U \cdot \cos(\alpha) - k \cdot V \cdot \sin(\alpha) + k \cdot U \cdot \cos(\alpha) + k \cdot V \cdot \sin(\alpha) = 2k \cdot U \cdot \cos(\alpha); \quad (7.34)$$

$$V' = U'_{\text{ВЫХ СД}V_n} + U'_{\text{ВЫХ СД}V_{(n+1)}} = k \cdot V \cdot \cos(\alpha) + k \cdot U \cdot \sin(\alpha) + k \cdot V \cdot \cos(\alpha) - k \cdot U \cdot \sin(\alpha) = 2k \cdot V \cdot \cos(\alpha). \quad (7.35)$$

Проанализировав последние выражения, нетрудно заметить, что такая обработка приводит к компенсации перекрестных искажений между ЦРС (наличие сигнала U в канале V и сигнала V в канале U), возникающих за счет фазовых ошибок, однако амплитуда обоих ЦРС уменьшается в $1/\cos(\alpha)$ раз. Следовательно, фазовые искажения сигнала цветности (например, дифференциальная фаза) в системе PAL не приводят к искажению цветового тона, как в NTSC, а только снижают насыщенность изображения.

Суммирование сигналов соседних строк в декодере осуществляется схемой, содержащей линию задержки DT1 (DT2) и сумматор U3 (U4) для канала U (V). Комплексный коэффициент передачи данной схемы равен сумме коэффициентов передачи прямого и задержанного каналов и может быть представлен в виде

$$K_{\Sigma}(j\omega) = K_{\text{ПП}} + K_{\Delta t} = 1 + e^{-j\omega\tau_3} = 1 + \cos(\omega\tau_3) - j \cdot \sin(\omega\tau_3), \quad (7.36)$$

где $K_{\text{ПП}} = 1$ – коэффициент передачи прямого канала;

$K_{\Delta t} = e^{-j\omega\tau_3}$ – коэффициент передачи задержанного канала;

$\tau_3 = \Delta t = T_{\text{СТР}}$ – время задержки ЛЗ.

Тогда модуль комплексного коэффициента передачи будет равен

$$\begin{aligned} |K_{\Sigma}(j\omega)| &= K_{\Sigma}(\omega) = \sqrt{(1 + \cos(\omega\tau_3))^2 + \sin^2(\omega\tau_3)} = \\ &= \sqrt{2(1 + \cos(\omega\tau_3))} = 2|\cos(\omega\tau_3/2)| \end{aligned} \quad (7.37)$$

Из полученного выражения следует, что модуль коэффициента передачи будет иметь максимальное значение, равное 2, на частотах $f = nf_{СТР}$ и минимальное значение, равное 0, на частотах $f = (2n + 1)f_{СТР} / 2$.

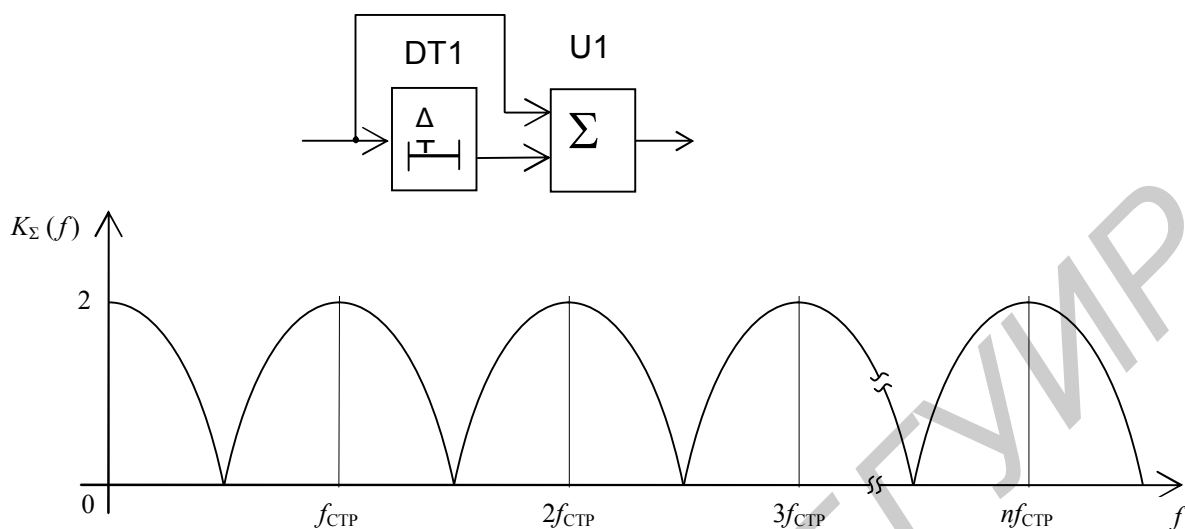


Рисунок 7.9 – Структурная схема и амплитудно-частотная характеристика гребенчатого фильтра

3.3.6 Демодулятор сигнала цветности системы SECAM

Демодулятор выполнен по наиболее распространенной в последнее время схеме – с одним частотным детектором и сдвоенной линией задержки (рисунок 7.10). Входной ПЦТС через усилитель А1 с регулируемым коэффициентом усиления поступает на контур коррекции ВЧ предискажений (КВП). КВП обеспечивает выделение сигнала цветности (СЦ) и коррекцию его высокочастотных предискажений, вносимых на передающей стороне с целью повышения помехоустойчивости. Размах СЦ измеряется пиковым детектором UR1 и на основании этого изменяется коэффициент усиления А1. Таким образом поддерживается постоянный размах СЦ на входе усилителя-ограничителя А2.

КВП является гираторным фильтром, его центральная частота равна 4,286 МГц, причем она калибруется в интервалах СГИ подачей на контур через ключ S1 (нижнее по схеме положение) опорного сигнала частотой 4,43 МГц. Напряжение настройки контура запоминается на накопительном конденсаторе и остается постоянным в течение активной части строки.

После усилителя-ограничителя А2, устраняющего паразитную АМ, СЦ поступает на ЧД, выполненный на базе схемы ФАПЧ и включающий в себя фа-

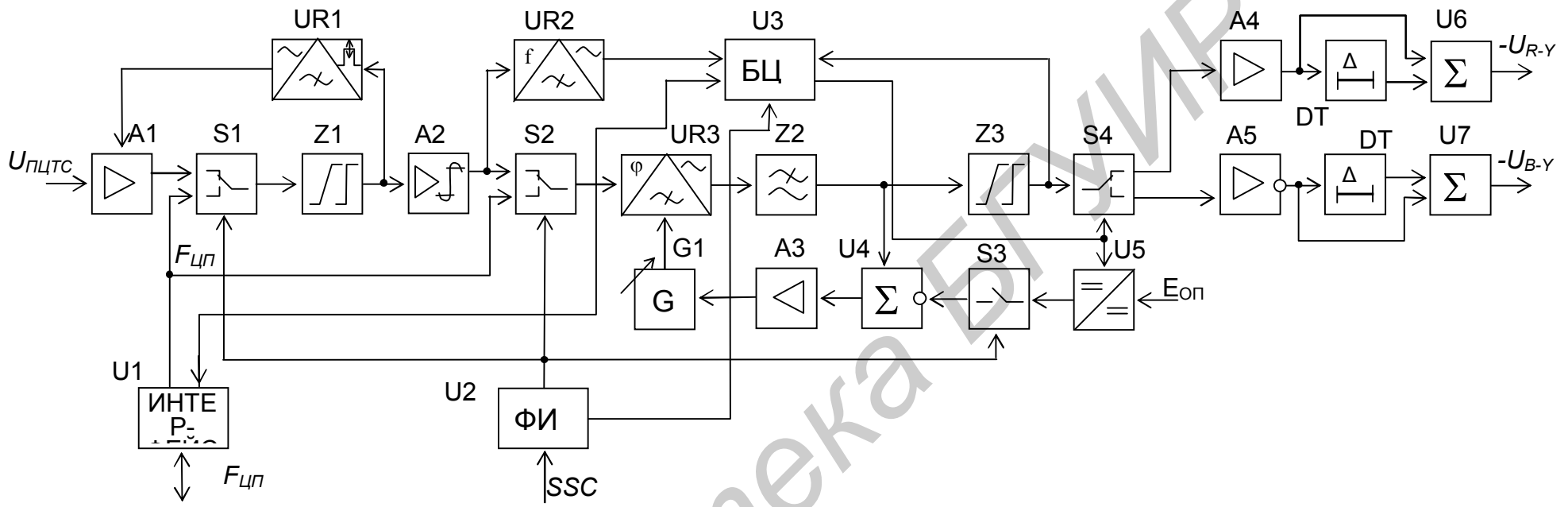


Рисунок 7.10 – Структурная схема демодулятора SECAM

зовый детектор UR3, ФНЧ Z2, вычитатель U1, усилитель сигнала ошибки A3 и ГУН G1. Принцип работы демодуляторов подобного типа подробно рассмотрен в п. 3.3.3. Отличия заключаются в следующем:

а) ЧМ-сигнал цветности отсутствует во временных интервалах, соответствующих передаче строчных синхроимпульсов, т.е. схема ФАПЧ должна работать в радиоимпульсном режиме;

б) в системе SECAM используются разные частоты немодулированных цветных поднесущих в «красной» и «синей» строках (4,406 и 4,250 МГц соответственно).

Поэтому в интервалах СГИ выполняется калибровка (настройка частот покоя) петли ФАПЧ. Для этого на сигнальный вход ФД UR3 подается опорное колебание частотой 4,43 МГц от кварцевого генератора демодулятора PAL.

Предположим, что в данный момент времени ГУН G1 работает на частоте $f_{ГУН} = f_{0.R} = 4,406$ МГц (или $f_{ГУН} = f_{0.B} = 4,406$ МГц). Тогда на выходе ФД появляется сигнал ошибки, пропорциональный разности частот ГУН и опорного сигнала:

$$U_{ОШ.R} = K_{ФД}(f_{ОП} - f_{0.R})$$

или

$$U_{ОШ.B} = K_{ФД}(f_{ОП} - f_{0.B}),$$

(7.38)

где $K_{ФД}$ – коэффициент передачи фазового детектора;

$f_{ОП}$ – частота опорного генератора.

Поскольку все величины, входящие в выражение (7.38) постоянные, напряжения ошибки $U_{ОШ.R}$ и могут быть заранее определены. Теперь, чтобы эти напряжения не изменили частоту ГУН, они компенсируются в вычитателе U1 опорными уровнями $U_{ОП.R} = U_{ОШ.R}$ и $U_{ОП.B} = U_{ОШ.B}$, подаваемыми от высокостабильного источника. В результате получаем, что управляющее напряжение на входе ГУН становится равным нулю:

$$U_{УПР.R} = K_{ФД}(f_{ОП} - f_{0.R}) - U_{ОП.R} = 0,$$

$$U_{УПР.B} = K_{ФД}(f_{ОП} - f_{0.B}) - U_{ОП.B} = 0.$$

(7.39)

Таким образом, ГУН будет продолжать работать на частоте 4,406 или 4,250 МГц, т.е. цель калибровки достигнута. Если же частота ГУН отличается от $f_{0.R}$ ($f_{0.B}$), то появится дополнительный, нескомпенсированный сигнал ошибки $\Delta U_{ОШ.R} = K_{ФД}(f_{ОП} - f_{0.R}) - U_{ОП.R} \neq 0$ (или $\Delta U_{ОШ.B} = K_{ФД}(f_{ОП} - f_{0.B}) - U_{ОП.B} \neq 0$), который приведет частоту ГУН к номинальному значению.

Перед началом активной части строки источник опорного сигнала отключается ключом S3 и схема ФАПЧ переходит в рабочий режим.

Продетектированные цветоразностные сигналы $-U_{R-Y}$ и U_{B-Y} через корректор низкочастотных предискажений Z3 поступают на электронный коммутатор S4, управляемый импульсами полустрочной частоты от блока цветовой синхронизации (БЦС). Коммутатор распределяет ЦРС по двум каналам: на выходе каждого канала таким образом оказываются сигналы $-U_{R-Y}$ и $-U_{B-Y}$ соответственно, следующие через строку. Для восстановления недостающих сигналов в каждом канале используются линии задержки DT1, DT2 и сумматоры U6, U7. Таким образом, на выходе сумматора U6 формируется последовательность цветоразностных сигналов $\dots, -U_{R-Y}, -U_{R-Y}^*, -U_{R-Y}, -U_{R-Y}^*, \dots$, а на выходе сумматора U7 – последовательность $\dots, -U_{B-Y}, -U_{B-Y}^*, -U_{B-Y}, -U_{B-Y}^*, \dots$, где $-U_{R-Y}^*, -U_{B-Y}^*$ – это сигналы $-U_{R-Y}$ и $-U_{B-Y}$, задержанные на строку.

Блок цветовой синхронизации U3 управляется продетектированными в UR2 пакетами немодулированных цветowych поднесущих, передаваемых на задних площадках СГИ. Полученные импульсы обеспечивают синхронизацию меандра полустрочной частоты, который управляет электронным коммутатором S4. Цикл опознавания системы SECAM занимает 4 поля.

Формирователь U2 выделяет из последовательности стробирующих импульсов (SSC) два сигнала. Первый соответствует верхнему уровню SSC и открывает БЦС во временные интервалы, соответствующие передаче пакетов немодулированной цветовой поднесущей на задних площадках СГИ. Второй соответствует среднему уровню SSC и коммутирует ключи S1 – S3 на время СГИ для обеспечения режимов калибровки КВП и ЧД ФАПЧ. Третий уровень SSC, соответствующий временному интервалу КГИ, в демодуляторе SECAM не используется.

Интерфейс U1, с одной стороны, является буферным каскадом для опорного сигнала, с другой, передает информацию о состоянии демодулятора (т.е. о принимаемой системе ЦТВ – SECAM или не SECAM) во внешние цепи.

Преимуществом такого построения демодулятора SECAM по сравнению со схемой с двумя ЧД и одной ультразвуковой ЛЗ, описанной, к примеру, в [1] является отсутствие перекрестных искажений между каналами $-U_{R-Y}$ и $-U_{B-Y}$, вызываемых интерференцией сигналов в УЛЗ и паразитными связями в электронном коммутаторе. Кроме этого, схема не нуждается в настройке и содержит минимум навесных элементов.

3.3.7 Схема матрицирования

Продетектированные цветоразностные сигналы (ЦРС) отрицательной полярности (для удобства построения матрицы G-Y) через выходной коммутатор подаются на схему матрицирования (рисунок 7.11). Функциональная схема последней начинается со схем фиксации (восстановления постоянной составляющей) U1, U2, в которых осуществляется привязка уровней цветоразностных сигналов, соответствующих (по времени) интервалам строчных гасящих импульсов, к одинаковому опорному уровню.

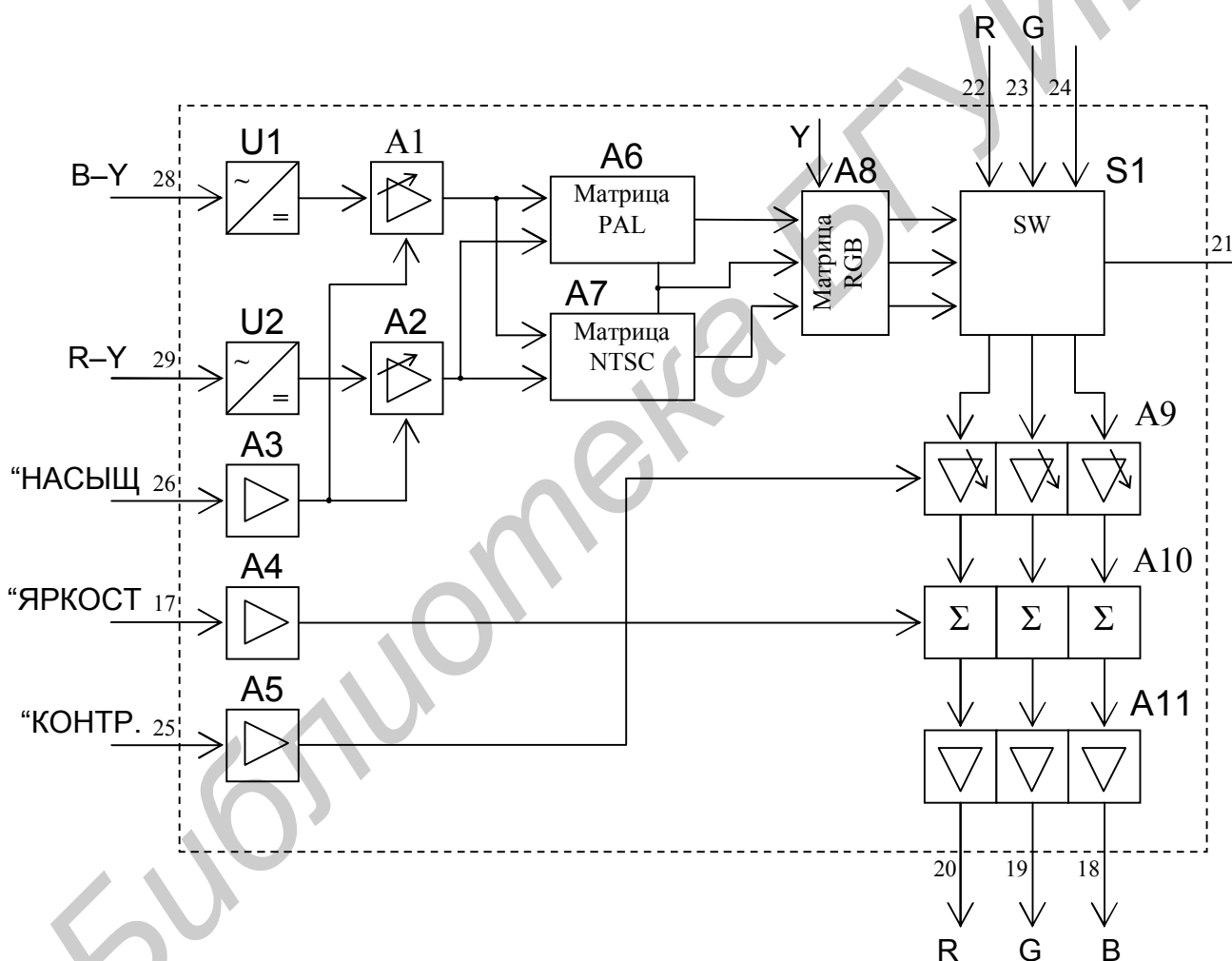


Рисунок 7.11 – Функциональная схема модуля матрицирования

Регулировка насыщенности изображения осуществляется путем изменения размаха ЦРС в регулируемых усилителях A1, A2. Матрицы PAL/NTSC A6, A7 обеспечивают получение из сигналов R-Y и B-Y третьего ЦРС G-Y. Далее эти сигналы складываются в матрице RGB A8 с яркостным сигналом, прихо-

дящим со схемы разделения сигналов яркости и цветности, в результате на выходе матрицы получаются сигналы основных цветов R, G, B. Последние через схему привязки и выбора источника сигналов S1, обеспечивающую восстановление постоянной составляющей и коммутацию внешних/внутренних сигналов поступают на регуляторы контрастности A9 и яркости A10. Контрастность регулируется за счет изменения коэффициента передачи регулятора RGB, и, соответственно, изменения размаха сигналов R, G, B. Яркость изображения регулируется за счет изменения постоянной составляющей сигналов R, G, B в сумматоре. Через выходные усилители A11 RGB сигналы основных цветов положительной полярности подаются на выход ИМС и далее на выходные видеоусилители (модуль MBK).

3.4 Принципиальная схема цветного телевизора

3.4.1 Радиоканал и тракт ПЧ

Несмотря на разнообразие выпускаемых СКВ, отличий в их принципиальных схемах достаточно мало. Поэтому рассмотрим схему одного из наиболее распространенных - селектора UV816 (рисунок 7.12).

Сигнал с антенного входа через резистор R411 подается на режекторный фильтр (параллельный резонансный контур L414, C418), обеспечивающий подавление помех в канале прямого прохождения (полосе промежуточных частот), что необходимо прежде всего при приеме сигналов в нижнем частотном диапазоне.

Далее сигнал через разделительный конденсатор C10 и индуктивности L10, L110, L210 поступает на три перестраиваемые входные цепи, выполненные:

- для низкочастотного поддиапазона – на элементах L211, R208, C210, VD210, VD211 (параллельное включение варикапов используется для увеличения их общей емкости), через резисторы R210 и R211 на варикапы подается напряжение настройки $U_{НАСТР}$, под воздействием которого меняется их емкость и, соответственно, резонансная частота всего контура;

- для среднечастотного диапазона – на элементах L111, L108, C109, C110, VD110, VD111, причем L108, C110 используются для коррекции формы АЧХ;

- для высокочастотного диапазона – на элементах L11, VD10, C12, напряжение настройки на варикап подается через сопротивление R10.

Входные цепи частично обеспечивают избирательность по побочным каналам приема.

Далее радиосигнал через разделительные конденсаторы C13, C111, C211 поступает на усилители высокой частоты, выполненные на двузатворных МДП- транзисторах с индуцируемым каналом VT10, VT110 и VT210. В зависимости от поддиапазона рабочих частот напряжение смещения (питания) сигнального затвора подается только на один из этих транзисторов, обеспечивая дальнейшее прохождение сигнала по соответствующему каналу СКВ. В случае работы в низкочастотном диапазоне напряжение смещения на транзистор VT210 подается с вывода 9 ИМС DA2, при работе в среднечастотном диапазоне транзистор VT110 включается напряжением с вывода 8 ИМС DA2 и УВЧ высокочастотного диапазона (транзистор VT10) – напряжением с вывода 7 ИМС DA2. На вторые затворы транзисторов через развязывающие сопротивления R12, R213 с резистивного делителя R224, R212 подается управляющее напряжение со схемы АРУ, обеспечивая изменение крутизны передаточной характеристики транзисторов и тем самым изменение коэффициента усиления УВЧ. Применение в качестве активных элементов УВЧ двузатворных МДП-транзисторов обеспечивает высокую развязку между сигнальными и управляющими цепями СКВ и значительный диапазон изменения коэффициента усиления.

Нагрузкой УВЧ служат полосовые фильтры, представляющие собой перестраиваемые по частоте колебательные контуры, реализованные:

- для низкочастотного поддиапазона – на элементах L213, L214, L216, L217, C218, C219, VD212...VD215; через резисторы R218, R220 и R221 на варикапы подается напряжение настройки $U_{НАСТР}$, резисторы R222, R230 обеспечивают снижение добротности контура и тем самым расширение его полосы пропускания;

- для среднечастотного диапазона – на элементах L109, L113...L115, C117, C129, VD112, VD113; элементы L112, C114...C116, C118 и C120 обеспечивают развязку сигнальной цепи, цепи питания стока транзистора и цепи напряжения смещения по постоянной и переменной составляющим;

- для высокочастотного диапазона – на элементах L15...L20, VD11, VD12, C18, C20...C22.

Данные полосовые фильтры обеспечивают избирательность СКВ по зеркальному и прямому каналам.

Сигналы с выходов полосовых фильтров подаются на смесители частоты каждого диапазона, реализованные совместно с гетеродинами в интегральном исполнении (ИМС DA1). Для высокочастотного и среднечастотных диапазонов используется симметричное включение входных цепей ИМС DA1 (выводы 20, 21 и 22, 23 соответственно) в колебательные контуры усилителей, для низкочастотного диапазона сигнал с колебательного контура снимается несимметрично – только по выводу 24 ИМС (вывод 25 по переменной составляющей заземлен на корпус).

Частотозадающие контуры гетеродинов ИМС DA1 реализуются на элементах:

- для низкочастотного диапазона – L218, VD216, подключаемых через выводы 1, 3 ИМС в базовую и коллекторную цепь однотранзисторного генератора;

- для среднечастотного диапазона – L118, C124, C128, VD114, подключаемых через выводы 4, 7 ИМС в базовые цепи и выводы 5, 6 в коллекторные цепи двухтранзисторного генератора, выполненного по схеме ДУ с перекрестными связями;

- для высокочастотного диапазона – L24, L25, C29, C30, VD13, подключаемых к генератору через выводы 8...11 ИМС.

Выбор требуемого канала обработки радиосигнала в ИМС осуществляется путем подачи управляющего напряжения на вывод 12. Если напряжение U_{12} меньше 1,1 В, то включается канал А (низкочастотный поддиапазон), если лежит в пределах 1,6...2,4 В, то включается канал В (среднечастотный поддиапазон) и если U_{12} больше 3,0 В, то включается канал С (высокочастотный поддиапазон).

Сигнал ПЧ, получаемый в результате преобразования частоты в смесителе на выводах 17, 18 ИМС, проходит через внешний фильтр (элементы L410, L411, C410, C411), подавляющий побочные продукты преобразования, и подается на внутренний усилитель ПЧ, имеющий высокую нагрузочную способность, и далее (выводы 13, 14 ИМС DA1) – на выход СКВ.

Для обеспечения работы синтезатора частоты сигнал гетеродина с выхода ИМС DA1 (выводы 27, 28) симметрично подается на ИМС DA2, в которой в результате сравнения фаз сигналов опорного генератора этой ИМС и гетеродина ИМС DA1 осуществляется формирование сигнала ошибки (вывод 18 ИМС DA2). После суммирования с напряжением настройки он влияет на частоту гетеродина, подстраивая ее к номинальному для данного канала приема значению.

С симметричного выхода селектора РСИ и РСЗС на промежуточной частоте поступают через фильтр на поверхностно-акустических волнах (ФПАВ) ZQ105 типа КФПА2992 на тракт ПЧ, выполненный на базе ИМС DA100 типа TDA8362A (см. рисунок 7.4). Опорный контур синхронного детектора подключен к выводам 2, 3 ИМС и включает в себя параллельный колебательный контур L103, C109, зашунтированный резистором R132, и RC-цепочку R150, C115.

Резонансная частота этого контура составляет 38,0 или 38,9 МГц в зависимости от типа применяемого ФПАВ, настройка на нее осуществляется при помощи подстроечной индуктивности L103.

Этот же контур используется и для схемы АПЧГ. Напряжение ошибки с вывода 9 ИМС DA100 суммируется с постоянным напряжением делителя R136, R149, включенного в цепь питания +8 В и далее через эмиттерный повторитель на транзисторе VT106 и делитель R464, R457 подается на вход АПЧГ процессора управления DD402. Резистор R457 совместно с C416 выполняют также роль ФНЧ. В случае точной настройки гетеродина в цепь подается только постоянное напряжение с делителя R136, R149, которое условно принимается за «нуль» дискриминатора.

В процессоре управления DD402 напряжение АПЧГ преобразуется внутренним АЦП в цифровой код, который суммируется с кодом напряжения настройки; тем самым обеспечивается его подстройка.

С синхронного демодулятора ИМС DA100 полный цветовой сигнал $U_{ПЦТС}$ и радиосигнал звукового сопровождения на второй ПЧ через предварительный усилитель А6 (см. рисунок 7.4) поступают на вывод 7 ИМС, а с него через эмиттерный повторитель на транзисторе VT104 – на вилку параллельно включенных полосовых (ZQ101, ZQ102) и режекторных (ZQ103, ZQ104) фильтров. Все фильтры являются ФПАВ и обеспечивают:

- полосовые фильтры – выделение РСЗС на второй ПЧ (5,5 МГц или 6,5 МГц в зависимости от принимаемого стандарта);
- режекторные фильтры – подавления РСЗС в полном цветном телевизионном сигнале.

Вообще в данном случае параллельное включение фильтров, особенно режекторных, является не лучшим конструкторским решением и обеспечивает малое подавление сигнала, однако, ввиду простоты и малого затухания в полосе пропускания, используется достаточно часто, особенно в телевизорах отечественной разработки.

Резисторы R100, R101, R102, R104, R106, R108, R110 обеспечивают лучшее согласование фильтров с источником сигнала и нагрузкой, емкости C100, C104 – разделительные, индуктивность L101 обеспечивает прохождение постоянной составляющей, а также низкочастотных составляющих ПЦТС. Одновременно делитель R108, R106 обеспечивает режим эмиттерного повторителя на VT103 по постоянному току.

С выхода повторителя ПЦТС поступает через C108 на вывод 13 DA100 для дальнейшей обработки, а также через делитель R118, R119 с корректирующей емкостью C103 – на разъем SCART. Применение делителя обусловлено тем, что для нормальной работы схемы обработки ПЦТС ИМС DA100 его размах от уровня белого до уровня черного должен быть не менее 2 В, а на разъем

SCART должен подаваться ПЦТС стандартного размаха ($1 \text{ В} \pm 10 \%$). Выделенный же фильтрами ZQ101, ZQ102 РСЗС поступает на блок ЧМ-демодулятора ИМС DA100 (вывод 5). На этот же вывод подается напряжение регулировки громкости с процессора управления DD401.

Напряжение АРУ, снимаемое с вывода 47 DA100, суммируется с постоянным напряжением в сумматоре на резисторах R144, R131, R141, после чего подается на вход U_{APY} СКВ (вывод 5).

Сумматор необходим для обеспечения требуемого напряжения АРУ для конкретного типа СКВ. Емкости C107, C114 обеспечивают фильтрацию ВЧ составляющих.

Делитель R137, R143 служит для установки величины задержки АРУ, выход его подключен к выводу 49 DA100.

Сигнал звуковой частоты с нерегулируемого выхода ИМС DA100 (вывод 1) поступает на усилитель звуковой частоты, выполненный на транзисторах VT109 (эмиттерный повторитель с высоким входным сопротивлением) и VT110 (усилительный каскад, выполненный по схеме с общим эмиттером). Резисторы R175, R177 – R179 определяют режим работы транзисторов по постоянному току; от соотношения R177/R179 зависит коэффициент усиления каскада (при указанных на схеме номиналах он составляет около 3 раз). Конденсаторы C161, C162 – разделительные, C159 служит для коррекции высокочастотных предискажений звукового сигнала, вводимых на передающей стороне для повышения помехозащищенности. С выхода УЗЧ сигналы звуковой частоты поступают через резисторы R188, R192 на разъем SCART, причем они разделяются на два канала для возможности подключения через SCART стереофонической аппаратуры. И наоборот, внешние стереофонические сигналы, приходящие на SCART (входы звука А и В), перед подачей в монофонический тракт телевизора объединяются в сумматоре R191, R187, R186, после чего через емкость C163 поступают на коммутатор внутренних/внешних сигналов ЗЧ ИМС DA100 (вывод 6).

Сигнал ЗЧ с регулируемого выхода ИМС DA100 (вывод 50) через RC-цепи R301, C304, R300, R303, C306, формирующие АЧХ тракта звукового сопровождения, и разделительный конденсатор C302 поступает на вход (вывод 1) интегрального усилителя мощности звуковой частоты (УМЗЧ) DA300.

Внутренняя структура УМЗЧ имеет мостовую схему, что позволяет подключать динамические головки ВА1, ВА2 без разделительных конденсаторов и обеспечивать достаточно большую выходную мощность при малом напряжении питания.

RC-фильтр, образованный резистором R160 и конденсатором C300, служит для устранения высокочастотных наводок на входе DA300.

Напряжение питания на УМЗЧ подается через резистор R302, ограничивающий ток через фильтрующий конденсатор большой емкости C301. Конденсатор C303 необходим для подавления высокочастотных помех, приходящих по цепи питания. На вывод 8 ИМС DA300 подается сигнал отключения питания окончательных каскадов УМЗЧ при переходе телевизора в дежурный режим. Это сделано с целью уменьшения шума динамических головок в дежурном режиме, так как в этом случае напряжение питания по-прежнему присутствует.

Схема задержки включения УМЗЧ работает следующим образом: при включении телевизора в рабочий режим напряжение управления подается на вывод 8 ИМС DA300 с некоторой задержкой. Ее величина определяется постоянной времени цепи R304, C305. Таким образом, УМЗЧ заперт на промежуток времени, в течение которого прекращаются переходные процессы в предварительных каскадах DA100, которые вызывают шумы и «щелчки» в динамических головках.

При переходе телевизора из рабочего режима в режим ожидания на выводе 41 процессора управления DD402 появляется напряжение 5 В, которое открывает транзистор VT401 и отключает тем самым стабилизатор напряжения 12 В ИМС DA801. Через открытый переход коллектор – эмиттер VT401 и стабилитрон VD300 конденсатор C305 быстро разряжается до напряжения стабилизации стабилитрона (6,2 В), что приводит к переходу ИМС DA300 в режим ожидания без появления переходных процессов. Далее конденсатор C305 медленно разряжается до напряжения 5 В, которое подается постоянно (и в рабочем, и в дежурном режиме) с источника питания через диод VD301. Таким образом, ИМС DA300 находится в режиме ожидания.

Регулировки яркости, контрастности, насыщенности осуществляются подачей напряжения, изменяющегося в пределах 0...3 В, соответственно на выводы 17, 25, 26 ИМС DA100.

Сигналы основных цветов R,G,B снимаются с выводов 18, 19 и 20 ИМС DA100 и через резисторы R153, R159, R152 подаются на контакты 1, 3, 2 соответственно соединителя X11.

На выводы 22 (R), 23 (G), 24 (B) ИМС DA100 через конденсаторы C129, C141, C131 соответственно поступают сигналы от внешних источников сигналов (видеомагнитофон, компьютер, телетекст). Вывод 21 является входом управления коммутатора внешних и внутренних R, G, B сигналов.

3.4.2 Модуль видеоусилителей кинескопа MBK-655

Электрическая принципиальная схема модуля имеет два варианта исполнения – либо на интегральных микросхемах TDA6101Q, либо на транзисторах. Подробно рассматривается первый вариант, как более распространенный.

Выходные видеоусилители, собранные на ИМС 3D1, 3D2, 3D3 типа TDA6101Q, осуществляют усиление сигналов U_R , U_G , U_B до размахов, необходимых для нормальной работы кинескопа, и подаются на катоды кинескопа.

Напряжение питания видеоусилителей (+200 В) поступает с основной платы (A1) через контакт 7 соединителя X5 (A3). Видеоусилители во всех каналах идентичны, поэтому рассмотрим работу одного из них, например, в канале R.

ИМС 3D1 представляет собой высоковольтный мощный инвертирующий операционный усилитель, охваченный глубокой отрицательной обратной связью через резистор 3R14, подключенный между выводами 9 и 3. Сигнал основного цвета U_R положительной полярности с вывода 20 ИМС 1DA100 (A1) через резистивный делитель 1R152, 1R418, контакт 2 соединителя X11 (A3) и резистор 3R1 на плате MBK поступает на вывод 3 ИМС 3D1. С выхода видеоусилителя через защитный резистор R20 сигнал U_R подается на катод (вывод 8) кинескопа VL1. Прохождение сигналов U_G , U_B идентично сигналу U_R .

Для задания начального напряжения смещения на входе видеоусилителя служит резистор 3R10. Конденсатор 3C21 предназначен для коррекции АЧХ в области верхних частот.

На транзисторе 3VT1 собран источник опорного напряжения с низким выходным сопротивлением. Опорное напряжение +2,2 В на эмиттере транзистора 3VT1 определяет режим по постоянному току микросхем 3D1...3D3, что создает оптимальный режим их работы. Напряжение на эмиттере транзистора 3VT1 определяется резистивным делителем 3R6, 3R7 в базе транзистора. Делитель запитан напряжением +12 В.

Элементы 3R9, 3C27, 3R19, 3C16 являются фильтром напряжения +200 В.

Подстроечные резисторы 3R2, 3R3 служат для регулировки размахов сигналов U_G , U_B соответственно.

Схема автоматического баланса «белого» работает следующим образом. С выводов 18...20 ИМС 1DA100 во время кадрового гасящего импульса в схему видеоусилителей поступают импульсы измерения темнового тока кинескопа. Пройдя обработку в видеоусилителях, измерительные импульсы с выводов 5

ИМС 3D1...3D3 (канал R — через делитель тока на элементах R25, R26; канал G — R23, R24; канал B — непосредственно) через контакт 6 соединителя X11 (A1) и защитный резистор 1R140 поступают на вывод 14 ИМС 1DA100. Диоды 3VD3, 3VD4 предназначены для защиты ИМС 1DA100 от выбросов напряжения выше 12 В и ниже минус 0,8 В.

Схема гашения «пятна» на экране кинескопа при выключении телевизора собрана на элементах 3R8, 3R13, 3C13, 3VD2. Основным элементом схемы является конденсатор 3C13. При работе телевизора правая по схеме обкладка конденсатора 3C13 заземлена через открытый диод 3VD2. Диод открывается током от источника питания 200 В, протекающим через резистор 3R13.

На левую по схеме обкладку конденсатора 3C13 поступает напряжение 300 В через контакт 6 соединителя X5 (A1). Таким образом, конденсатор С13 при работе телевизора заряжен до напряжения 300 В. При выключении телевизора цепь заряда конденсатора 3C13 обрывается за счет запирающего стабилитрона 1VD706 и он начинает перезаряжаться по цепи: плюсовая обкладка конденсатора 3C13, резистор 3R8, корпус, источник напряжения 200 В, резистор R13.

Постоянная времени цепи перезаряда составляет около 2 с. За счет протекания тока перезаряда на резисторе R13 формируется напряжение отрицательной полярности (порядка минус 250 В), которое прикладывается к модулятору (вывод 5) кинескопа и запирает его на время остывания катодов кинескопа. Закрытый диод 3VD2 на это время отключает модулятор кинескопа от корпуса.

Резистор R17 и конденсатор С18 служат для предохранения элементов схемы от выхода из строя при междуэлектродном разряде («простреле» кинескопа).

Для защиты схемы телевизора от междуэлектродных пробоев в кинескопе применяются разрядники и ограничительные резисторы, которые установлены на плате MBK-655 (A3).

Разрядники расположены в панели кинескопа X1 и подключаются параллельно между общей шиной заземления, соединенной с аквадагом кинескопа через соединитель X14 и выводами каждого из электродов кинескопа. Таким образом, при повышении напряжения на электродах кинескопа свыше установленного предела происходит пробой разрядников и высоковольтная энергия отводится с общей шины заземления MBK непосредственно на внешнее покрытие кинескопа, минуя элементы схемы.

В точку соединения общей шины заземления MBK с внешним покрытием кинескопа (соединитель X11) подключается и общая шина заземления шасси всего телевизора – соединитель X13.

Ограничительные резисторы R20...R22 вместе с распределенной емкостью монтажа образуют интегрирующие фильтры, которые существенно снижают амплитуду колебаний, возникающих при разрядах в кинескопе.

Кроме того, при срабатывании разрядника источники питания электродов оказываются соединенными с корпусом через малое сопротивление искрового разряда. В таких случаях включенный последовательно с разрядником резистор ограничивает ток, потребляемый от источника питания. В рабочем режиме модулятор кинескопа через защитный резистор R17 и открытый диод VD2 соединен с корпусом и дополнительно зашунтирован по высокой частоте конденсатором C18.

Импульсы обратного хода строчной развертки, выпрямленные диодом 1VD704, через стабилитрон 1VD706 (A1), контакт 6 соединителя X5 (A3) заряжают конденсатор 3C13 модуля MBK до напряжения 250...300 В через открытый диод 3VD2. Этот конденсатор, как уже описано выше, используется для запираания кинескопа на время остывания катодов при выключении телевизора.

3.4.3 Модуль управления

Модуль управления (модуль синтезатора напряжений - MCH) содержит:

- фотоприемник (ИМС DA400);
- микроконтроллер синтезатора напряжений (ИМС DD402);
- ППЗУ, программируемое постоянное запоминающее устройство (ИМС DS401);
- коммутатор диапазонов (ИМС DD403);
- формирователи управляющих напряжений (транзисторы VT401, VT402, VT404);
- контактную систему передней панели (кнопки SB400...SB411).

Фотоприемник собран на ИМС DA400 и предназначен для приема ИК-сигнала, излучаемого ПДУ, преобразования его в электрический сигнал и последующего усиления. При облучении фотодиода фотоприемника сигнал с ПДУ, совпадающий по форме с импульсами ИК-излучения, поступает на вывод 3 ИМС DA400, с него импульсный сигнал через резистор R405 поступает на вывод 35 ИМС DD402. Резистор R400 и конденсатор C400 – фильтрующие.

Микроконтроллер схемы синтезатора напряжений реализован на ИМС DD402, представляющей собой микропроцессор со специализированными портами.

Функциональная схема ИМС DD402 типа PCA84C641P/068 представлена на рисунке 7.13. В состав микроконтроллера входят:

- восьмиразрядный таймер/счетчик событий;
- микропроцессор;
- параллельные двоичные порты;
- ОЗУ;
- ПЗУ;
- генератор сигналов экранной графики (OSD);
- буфер шины I²C;
- восьмиразрядные цифровые двоичные порты;
- пять шестизначных ЦАП;
- четырнадцатизначный ЦАП настройки;
- трехзначный АЦП и компаратор АПЧ.

К выводам 31, 32 ИМС DD402 подключен кварцевый резонатор ZQ400, обеспечивающий работу внутреннего задающего генератора на частоте 10 МГц.

Вывод 33 ИМС DD402 предназначен для сброса счетчика программ микроконтроллера синтезатора напряжений ИМС DD402 и запуска его с нулевого адреса программы. При поступлении напряжения питания +5 В с вывода 7 ИМС DA801 на выводе 33 ИМС DD402 возникает напряжение логического «0». Длительность этого нулевого уровня определяется постоянной времени цепи заряда конденсатора С405 через резистор R411. Нулевой уровень этого сигнала производит сброс счетчика программ. После заряда конденсатора С405 на выводе ИМС DD402 устанавливается потенциал логической «1», и начинается работа микропроцессора в соответствии с программой, записанной в его ПЗУ. При выключении напряжения питания +5 В происходит разряд конденсатора С405 по цепи

$$(+)\ C405 = VD404 = (+) = корпус.$$

Постоянная разряда значительно меньше постоянной заряда.

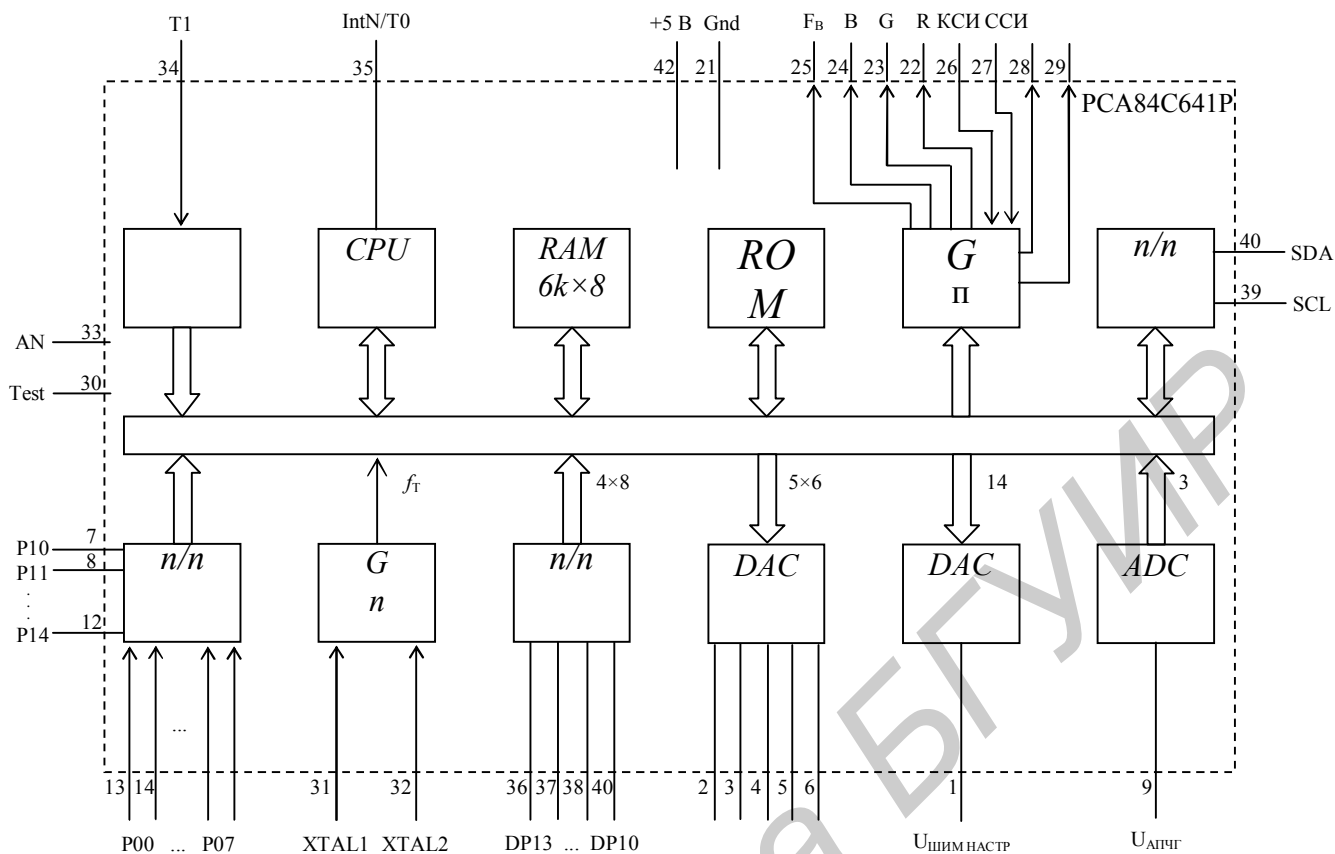


Рисунок 7.13 – Функциональная схема микроконтроллера PCA84C641P/068

При поступлении команды с пульта ДУ с вывода 3 ИМС DA400 фотоприемника кодовая посылка поступает на вход прерывания ИМС DD402 (вывод 35) микропроцессора, где происходит ее декодирование программным методом. Декодированная команда реализуется на соответствующих выводах ИМС DD402, с которых управляющие сигналы поступают на соответствующие формирователи, описанные ниже.

Декодирование команд непосредственного управления (клавиатуры передней панели) также выполняется программным методом. Микропроцессор осуществляет сканирование клавиатуры, и при обнаружении замкнутого контакта, после нескольких циклов опроса (несколько циклов необходимы для устранения дребезга кнопок), происходит декодирование и исполнение команды.

Включение и выключение телевизора осуществляется с помощью сетевого триггера (вывод 41 ИМС DD402). При замыкании выключателя «СЕТЬ» на синтезатор напряжений с вывода 7 ИМС DA801 подается напряжение +5 В (вывод 42 ИМС DD402). При этом, а также при поступлении команды выключения (переход в дежурный режим) с пульта ПДУ на выводе 41 ИМС DD402

появляется напряжение логической «1», которое поступает через резистор R416 на базу транзистора VT401. Базовый ток транзистора протекает по цепи: вывод 41 ИМС DD402, резистор R416, переход база – эмиттер транзистора VT401, корпус. Транзистор VT401 открывается, ток коллектора течет по цепи: источник +5 В, вывод 7 ИМС DA801, резистор R823, коллектор – эмиттер транзистора VT401, корпус. При этом напряжение на коллекторе транзистора VT401 составляет не более 0,4 В; поступая на вывод 3 ИМС DA801, оно приводит к отключению этого стабилизатора. Телевизор находится в дежурном режиме. Кроме того, течет ток базы транзистора VT402, а следовательно, и ток его коллектора по цепи: источник +5 В, коллектор – эмиттер транзистора VT402, резистор R413, светодиод HL400 красного свечения.

При замыкании кнопок SB408 или SB409 («P+», «P-») на передней панели телевизора, либо при замыкании контрольной точки XN10 технологической переключкой (до подачи напряжения питания на телевизор), либо при поступлении команды включения из дежурного режима с ПДУ на выводе 41 ИМС DD402 появляется напряжение логического «0». Сетевой триггер опрокидывается в логический «0», и это напряжение поступает через резистор R416 на базу транзистора VT401. Транзистор запирается, напряжение на его коллекторе составляет не менее 2,4 В. Это напряжение поступает на вывод 3 ИМС DA801 и обеспечивает включение стабилизаторов напряжений +12 В и +8 В. Телевизор включается в рабочий режим. При этом снижается до нуля ток базы и, следовательно, ток коллектора транзистора VT402. Поэтому красное свечение светодиода HL400 исчезает. При включении телевизора на выводе 6 ИМС DA801 появляется напряжение +12 В, которое создает ток через резистор R406 и светодиод HL400 (зеленый).

В случае пропадания напряжения сети из-за перебоев с электроснабжением и последующего его появления (выключатель СЕТЬ включен) ИМС DD402 включается в состояние, при котором на ее выводе 41 появляется напряжение логической «1». При этом транзистор VT401 открыт, напряжение на его коллекторе не превышает 0,4 В и телевизор будет находиться в дежурном режиме.

Работа схемы синтезатора при отсутствии сигнала опознавания синхронизации (СОС) и отсутствии команд дистанционного и местного управления более 5 мин приводит к опрокидыванию сетевого триггера и выключению телевизора в дежурный режим. Это обеспечивает выключение телевизора при окончании телепередачи по выбранному каналу либо по AV-входу.

Схема синтезатора при помощи внутреннего восьмиразрядного таймера/счетчика событий ИМС DD402 позволяет задавать время отключения телевизора от 15 до 120 мин с дискретностью 15 мин. Установка времени отключения производится путем последовательного нажатия кнопки SB2 пульта ПДУ-5 (SB15 пульта ПДУ-6).

Схема формирования напряжения настройки содержит ключевой транзистор VT404 и RC-фильтр на элементах R456, C417. Резисторы R452, R454 определяют верхний и нижний уровни напряжения настройки соответственно. На выводе 1 ИМС DD402 формируется импульсный сигнал положительной полярности амплитудой не менее 2,4 В, с периодом следования 40 мкс и скважностью, зависящей от выбранного канала.

При значении скважности «1» транзистор VT404 все время открыт, так как через его базу протекает ток по цепи:

вывод 1 ИМС DD402 - R438 - R439 = база – эмиттер VT404 = корпус.

При этом протекает ток коллектора транзистора VT404 по цепи:

источник +31 В = анод стабилитрона VD103 - R463 - R454 = коллектор – эмиттер VT404 = корпус.

Напряжение в точке соединения резисторов R454, R456 в течение всего периода 40 мкс и напряжение на выводе фильтра (контакт 9 соединителя X2, т.е. вход напряжения настройки СК-В) не превышают 0,7 В.

При максимальном значении скважности практически в течение всего периода повторения 40 мкс транзистор VT404 закрыт, так как отсутствует ток его базы. При этом напряжение на его коллекторе определено резистивным делителем R463, R452 и равно примерно 28 В. При промежуточных значениях скважности фильтр R456, C417 преобразует импульсный сигнал на коллекторе транзистора VT404 в уровень постоянного напряжения на выходе фильтра. При этом напряжение на входе настройки СКВ пропорционально длительности импульса на коллекторе транзистора VT404.

Таким образом, при изменении скважности импульсного сигнала на выводе 1 ИМС DD402 происходит изменение напряжения на выходе фильтра R456, C417, R462, C425 и на контакте 11 соединителя X8 (вход напряжения настройки СКВ) в пределах 0,7...28 В.

Схема переключения диапазонов собрана на ИМС DD403 и предназначена для декодирования двоичных сигналов переключения диапазонов и согласования их уровней с уровнями коммутации поддиапазонов СКВ. Сигнал включения того или иного диапазона подается в виде двоичного кода ТТЛ уровней с выводов 7, 8 ИМС DD402 на выводы 1, 2 ИМС DD403 соответст-

венно. При этом на одном из выводов 5–7 ИМС DD403 появляется напряжение не менее +11,8 В, которое поступает на СКВ.

Таким образом, при переключении диапазонов на одном из контактов 7, 8, 10 соединителя X1 (СК-В) появляется уровень не менее 11,8 В для диапазонов VHF-L, VHF-H, UHF соответственно (таблица 7.3).

ТАБЛИЦА 7.3 – РЕЖИМЫ РАБОТЫ ИМС ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ ДИАПАЗОНОВ

Диапазон	Напряжение на выводах ИМС DD402, В		Напряжение на выводах ИМС DD403, В		
	7	8	S	7	6
VHF-1	Не более 0,2	Не более 0,2	Не менее 11,4	Не более 0,2	Не более 0,2
VHF-3	2,4 - 5	Не более 0,2	Не более 0,2	Не менее 11,4	Не более 0,2
UHF	Не более 0,2	2,4–5	Не более 0,2	Не более 0,2	Не менее 11,4

При воздействии на кнопку SB3 (SB4) ПДУ-5 или на кнопку SB410 (SB411) на передней панели телевизора на выводе 2 («ГРОМКОСТЬ») ИМС DD402 формируется импульсный сигнал положительной полярности с изменяющейся скважностью и периодом повторения 19,2 мкс. Прекращение воздействия на эти кнопки вызывает прекращение изменения скважности.

При последовательном нажатии на кнопку SB2 ПДУ-5 (SB-401 на передней панели) и последующем воздействии на кнопки SB3 или SB4 ПДУ-5 (SB410 или SB411 на передней панели) на выводах 3 («ЯРКОСТЬ»), 4 («НАСЫЩЕННОСТЬ»), 5 («КОНТРАСТНОСТЬ»), 2 («ГРОМКОСТЬ») ИМС DD402 формируется такой же сигнал с изменяющейся скважностью.

При значении скважности «1» постоянное напряжение +5 В с выводов 2–5 ИМС DD402 через резисторы R448, R466, R447, R444 поступает на ИМС DA100, обеспечивая максимальное значение громкости, яркости, насыщенности или контрастности.

При максимальном значении скважности импульсного напряжения на выводах 2–5 ИМС DD402 формируется постоянное напряжение около 0 В, что обеспечивает минимальное значение громкости, яркости, насыщенности, контрастности.

Фильтрация импульсного сигнала переменной скважности с выводов 2–5 D402 происходит с помощью RC-цепей: R448, C414, C419, R447, C413, R446, C412, R444, C411. При промежуточных значениях громкости, яркости, насыщенности, контрастности величина управляющего напряжения обратно

пропорциональна скважности импульсного сигнала на выводах 2–5 ИМС DD402 соответственно.

Управляющий сигнал АПЧГ поступает с вывода 9 ИМС DA100 через эмиттерный повторитель на транзисторе VT106, через резистивный делитель R464, R457 на вывод 9 ИМС DD402, где происходит его преобразование трехразрядным аналого-цифровым преобразователем (11) в цифровой код. Далее происходит суммирование программным методом в ИМС DD402 данного кода напряжения АПЧГ и кода, соответствующего напряжению настройки. Полученный код преобразуется четырнадцатиразрядным ЦАП напряжения настройки в импульсы с переменной скважностью на выводе 1. Таким образом, будет изменяться напряжение настройки, поступающее на СКВ. При переключении программ и в режиме автопоиска происходит временное отключение цепи АПЧГ. Номинальное значение напряжения АПЧГ на контрольной точке XN2 равно 2,5 В.

В микроконтроллере синтезатора напряжений ИМС DD402 суммирование кодов напряжения настройки и напряжения АПЧГ происходит путем коррекции напряжения настройки в зависимости от уровня напряжения АПЧГ. Если после настройки на станцию на контрольной точке XN2 напряжение превышает значение 3,1 В, то напряжение настройки автоматически увеличивается на один шаг на выходе четырнадцатиразрядного ЦАП настройки (вывод 1 ИМС DD402). Величина одного шага равна примерно 1,8 мВ. При этом за счет работы петли АПЧГ напряжение АПЧГ уменьшится на 1,8 мВ. Далее описанный цикл повторяется, пока напряжение АПЧГ не станет меньше значения 3,1 В. В результате полученное напряжение настройки станет равным сумме первоначального значения напряжения настройки и напряжения АПЧГ.

Если на контрольной точке XN2 напряжение меньше 1,9 В, то в первом цикле напряжение настройки автоматически уменьшается на один шаг и т.д., пока напряжение АПЧГ не станет более 1,9 В. Для исключения возникновения автоколебаний предусмотрена следующая периодичность изменения напряжения настройки на один шаг: 30 мс — на I-II диапазонах; 60 мс — на III диапазоне; 90 мс — на IV-V диапазонах.

Автоматическая коррекция напряжения настройки отключается при наличии команд с ПДУ-5 или с передней панели и по их прекращении снова включается.

Сигнал подключения видеомagniофона AV формируется с помощью каскада на транзисторе VT108. В исходном состоянии (режим TV) на выводе 12

ИМС DD402 имеется напряжение логической «1» (не менее 2,4 В). Протекает ток базы транзистора VT108 по цепи

вывод 12 ИМС DD402 = R167 = база – эмиттер транзистора VT108 = корпус.

Ток коллектора транзистора VT108 течет по цепи

источник +8 В - R174 = коллектор – эмиттер транзистора VT108 = корпус и создает падение напряжения на резисторе R174. Следовательно, в исходном состоянии транзистор VT108 открыт и с его коллектора на вывод 16 ИМС DA100 поступает уровень не более 0,4 В.

При нажатии кнопки AV пульта ПДУ-5 или этой же кнопки на передней панели телевизора (режим AV, подключение видеоманитфона), на выводе 12 ИМС DD402 появляется уровень не более 0,4 В. Транзистор VT108 закрывается, и напряжение не менее 7,5 В поступает на вывод 16 ИМС DA100.

При нажатии кнопки TV пульта ПДУ-5 или на передней панели на выводе 12 ИМС DD402 появляется уровень не менее 2,4 В. Транзистор VT108 открывается, и напряжение не более 0,4 В поступает на вывод 16 ИМС DA100.

Сигнал индикации на экране (OSD) формируется на выводах 22 (R), 23 (G), 24 (B), 25 (Fb) ИМС DD402. Сигналы R, G, B поступают через резисторы R418, R419, R421 на контакты 2, 3, 1 соединителя X11 (A3) и далее на видеосуилители модуля MBK-655. Сигнал Fb поступает через анод диода VD106 на вывод 21 ИМС DA100, отключая ее выходы сигналов R, G, B от входов видеосуилителей на время своего действия.

Схема ППЗУ содержит ИМС DS401, которая является энергонезависимым ППЗУ, т.е. обладает свойством хранить записанную информацию в течение длительного промежутка времени при отключенном источнике питания. Информация между микроконтроллером синтезатора напряжений ИМС DD402 и ППЗУ ИМС DS401 передается при помощи стандартной шины I²C [13], включающей в себя шину данных SDA и шину синхронизации SCL. Резисторы R426, R427, R429, R436 служат для уменьшения помех за счет снижения крутизны фронтов импульсов в шине во время обмена информацией.

Синтезатор напряжений позволяет производить автоматическую настройку на канал. При нажатии кнопки SB404 включается режим «ПОИСК», что означает:

- плавное возрастание скважности импульсного сигнала на выводе 1 ИМС DD402 (увеличение напряжения настройки);
- при увеличении скважности сигнала на выводе 1 ИМС DD402 от «1» до максимальной величины происходит переключение диапазонов в следующей по-

следовательности: VHF-L, VHF-H, UHF, т.е. происходит плавное изменение напряжения настройки в каждом диапазоне от 0 до +26 В;

- в процессе настройки на станцию при появлении сигнала опознавания синхронизации (СОС) и 0,9 максимального значения напряжения АПЧГ скорость автопоиска замедляется. При уменьшении напряжения АПЧГ до уровня 0,75 максимального значения напряжения АПЧГ происходит еще одно дополнительное замедление скорости автопоиска. При уменьшении напряжения АПЧГ до значения 0,25 с последующим возрастанием до уровня 0,5 от максимального значения происходит прекращение поиска (получена настройка на станцию),

При автопоиске на экране телевизора индицируется название диапазона (VHF-L, VHF-H, UHF), шкала напряжений настройки, стандарт принимаемой программы.

При работе в режиме «АВТОПОИСК» или «НАСТРОЙКА» и отсутствии сигнала опознавания синхронизации (СОС) происходит отключение громкости, т.е. имеет место так называемый режим бесшумной настройки (БШН).

В режиме точной настройки цепь АПЧГ размыкается и остается разомкнутой после окончания настройки. При запоминании настройки на программу после точной настройки в памяти соответствующим битом информации запоминается, что АПЧГ выключена. Поэтому в дальнейшем при включении указанной программы АПЧГ будет выключена.

Указанный режим используется, если при слабом сигнале отсутствует захват станции при автопоиске, а также для блокировки АПЧГ.

В режиме «ТОЧНАЯ НАСТРОЙКА» используется три ступени изменения частоты. В течение первых трех секунд после поступления команды используется ступень 0,8 МГц. После этого частота настройки начинает изменяться ступенями по 0,3 МГц до тех пор, пока имеется сигнал опознавания синхронизации (вывод 34 ИМС DD402). При отсутствии сигнала (СОС) частота изменяется ступенями по 1,2 МГц. Частота изменения ступени 8 Гц.

3.4.4 Схема строчной и кадровой разверток

Селектор синхроимпульсов и задающий генератор строчной и кадровой разверток.

Функциональная схема ИМС DA100 TDA8362A в части селектора синхроимпульсов и задающих генераторов приведена в пункте 3.3.4. ИМС DA100 расположена на базовой плате телевизора (A1).

Видеосигнал поступает на схему выделения синхроимпульсов через конденсатор С108 и вывод 13 ИМС DA100 либо через конденсатор С139 и вывод 15 для внешнего источника видеосигнала. В схеме выделения синхроимпульсов определяются уровни черного и верхний уровень синхроимпульса, затем синхроимпульсы усиливаются до фиксированного уровня и ограничиваются до 50% этого уровня. Это позволяет получить устойчивую синхронизацию.

Схема выделения синхроимпульсов подключена к первому фазовому детектору U1 (см. рисунок 7.6) и детектору совпадений UR1. К выводу 40 ИМС DA100 подключены элементы R157, С123, С136, которые определяют петлевой коэффициент усиления U1 и формируют фильтр нижних частот детектора. Детектор совпадения используется только для определения наличия синхронизации строчного генератора.

Генератор строчных импульсов, автоматически настроенный на строчную частоту, запускается от двойной строчной частоты, в качестве опорной используется частота поднесущей цвета с кварцевого генератора. Максимальное отклонение частоты не более 2 % от номинальной.

Фазовый детектор UR3 формирует импульсы для управления строчной разверткой (вывод 37 ИМС DA100). UR3 необходим для получения правильного фазового соотношения между поступающим видеосигналом и импульсом обратного хода строчной развертки (следовательно, положением изображения на экране). Конденсатор фильтра С121 подключен к выводу 39 ИМС DA100. Регулировка фазы осуществляется резистором R139, включенным последовательно с резистором R147 к выводу 39 ИМС DA100.

ИМС DA100 имеет схему запуска строчного генератора (вывод 36). Вывод 36 подключен к источнику питания 8 В. Импульсы запуска с вывода ИМС DA100 через резистор R155 поступают на базу транзистора предварительного усилителя строчных импульсов VT700.

Кадровые импульсы запуска (вывод 44 ИМС DA100) формируются схемой деления U5. К выводу 43 подключены элементы формирователя пилообразного напряжения U7 кадрового задающего генератора на элементах R129, R146, С116. Резистор R129 подключен к источнику 31 В, а резистор R146 - к схеме ограничения тока лучей (ОТЛ) через резистор R133. Сигнал ОТЛ используется для стабилизации размера изображения по вертикали при изменении тока луча кинескопа.

На вывод 42 ИМС DA100 подается сигнал обратной связи по напряжению и постоянному току от каскада кадровой развертки.

В ИМС DA100 формируется также специальный трехуровневый импульс (SSC) для использования в других каскадах телевизора.

Максимальный уровень этого сигнала определяет временной интервал, соответствующий передаче сигнала цветовой синхронизации.

Второй логический уровень несет информацию о строчном гасящем импульсе (СГИ), который формируется из строчного импульса обратного хода.

Третий логический уровень используется для передачи информации о кадровом гасящем импульсе (КГИ), который формируется в схеме гашения по кадрам.

Предварительный и выходной каскады строчной развертки

Выходное напряжение строчных импульсов запуска прямоугольной формы, длительностью 20...30 мкс с периодом следования 64 мкс с вывода 37 ИМС 1DA100 поступает на предварительный усилитель, собранный на транзисторе VT700. Нагрузкой этого транзистора служит первичная обмотка межкаскадного трансформатора T700 (выводы 1-2), вторичная (понижающая) обмотка которого включена в базовую цепь транзистора выходного каскада строчной развертки VT701.

Питание предварительного усилителя строчных импульсов запуска осуществляется напряжением 26 В от обмотки (4-5) трансформатора T701 (ТДКС) через выпрямитель на элементах VD712, C716, C713 и фильтр R701, C701.

В первый момент времени после включения питающего сетевого напряжения, пока напряжение этого источника (26 В) отсутствует, для запуска строчной развертки подается напряжение 12 В через диод VD701.

Предварительный каскад усиливает строчные импульсы запуска и обеспечивает оптимальный режим переключения транзистора выходного каскада VT701.

Транзистор VT700 открывается положительными управляющими импульсами напряжения, поступающими с вывода 37 ИМС DA100. Во время открытого состояния транзистора VT700 ток протекает от источника 26 В через первичную обмотку трансформатора T700 и приводит к накоплению энергии в магнитном поле обмотки трансформатора. При этом на вторичной обмотке трансформатора T700 (выводы 3-4) отрицательная полуволна напряжения приводит к быстрому рассасыванию неосновных носителей на базе насыщенного транзистора VT701 и его запиранию.

По окончании действия положительного импульса транзистор VT700 запирается и за счет энергии, накопленной в магнитном поле первичной обмотки трансформатора T700, на коллекторе транзистора VT701 возникает положи-

тельный импульс напряжения. Длительность и амплитуда этого импульса определяются конденсатором С702 и резистором R704, подключенными к первичной обмотке трансформатора Т700. Этот импульс трансформируется во вторичную обмотку трансформатора Т700 и используется для формирования оптимального нарастающего базового тока, открывающего транзистор VT701.

Выходной каскад строчной развертки выполнен по схеме двустороннего электронного ключа на мощном транзисторе VT701 и демпферном диоде VD703. Он содержит отклоняющую систему, трансформатор диодно-каскадный Т701, разделительный конденсатор С717, электромагнитный корректор линейности строк L700.

Для стабилизации тока базы транзистора VT701 включен резистор R706, который используется также для осциллографического контроля формы и величины тока.

Питающее напряжение 115 В подается с источника питания (выпрямитель VD812, конденсатор С827) через короткозамкнутую перемычку, установленную в соединителе X10 (A5) отклоняющей системы между контактами 3 и 1 (это обесточивает выходной каскад строчной развертки при не подключенной к ШЦТ-655 ОС и предохраняет его элементы от повреждения), контакт 1 соединителя X10 (A5), развязывающий фильтр R709, С712, первичную обмотку трансформатора Т701 (1-10), коллектор транзистора VT701. Резистор R709 ограничивает ток при разрядах, возникающих в кинескопе. Электрический разряд в кинескопе равносителен короткому замыканию вторичной высоковольтной обмотки трансформатора Т701, что приводит к значительному уменьшению индуктивности первичной обмотки на время разряда. Происходящее при этом резкое увеличение тока коллектора транзистора VT701 ограничивается резистором R709 до безопасной для транзистора величины.

В установившемся режиме схема работает следующим образом. В первую половину прямого хода строчного отклонения магнитная энергия, накопленная в строчных отклоняющих катушках во время предыдущего процесса отклонения, создает линейно уменьшающийся ток отклонения, перемещающий электронный луч от левого края экрана до его середины. Этот ток протекает по цепи

строчные отклоняющие катушки системы А5 = контакты 5 – 6 соединителя X10 (A5) = С717 = корпус = VD70 = корректор линейности строк L700 = контакты 10–11 соединителя X10 (A5) – строчные отклоняющие катушки.

Конденсатор С717 заряжается протекающим током отклонения. К моменту прихода луча к середине экрана, когда ток отклонения уменьшается до нуля, от предварительного каскада на базу транзистора VT701 поступает открывающий его положительный импульс.

В момент времени, когда ток в строчных катушках отклоняющей системы равен нулю, вся энергия строчного контура сосредоточена в разделительном конденсаторе С717. Он, разряжаясь через открытый транзистор VT701 и строчные катушки, создает нарастающий ток отклонения второй половины прямого хода, перемещающий электронный луч от середины экрана до его правого края. Ток при этом течет по цепи

*С717 = контакты 5 – 6 соединителя X10 (А5) = строчные катушки =
= контакты 10 – 11 соединителя X10 (А5) = корректор линейности строк
L700 = коллектор – эмиттер VT701 = корпус = С717.*

К моменту прихода луча к правому краю экрана телевизора транзистор VT701 закрывается отрицательным импульсом напряжения, поступающим на его базу со вторичной обмотки трансформатора Т700. На коллекторе транзистора VT701 возникает положительный синусоидальный импульс напряжения в результате колебательного процесса, возникающего в контуре из параллельно соединенных строчных катушек, первичной обмотки трансформатора Т701 и конденсатора обратного хода С708. Импульс обратного хода вызывает быстрое изменение полярности отклоняющего тока, что обуславливает быстрое перемещение электронного луча от правого края экрана к левому, т.е. обратный ход луча.

Трансформатор Т701 выполняет роль источника вторичных высоковольтных напряжений. Импульс напряжения на коллекторе закрытого транзистора VT701 (во время обратного хода закрыт) достигает величины 1100 В, прикладывается к первичной обмотке трансформатора Т701 (выводы 1–10), трансформируется во вторичные обмотки и используется для создания ускоряющего и фокусирующего напряжений, напряжения +200 В для питания выходных видеоусилителей и напряжения второго анода.

На вывод 38 ИМС DA100 для схемы АПЧ подается импульс ОХ, формируемый резисторами R700, R703, диодом VD700 и поступающий с коллектора транзистора строчной развертки VT701 через конденсатор С703. Импульс ОХ, поступающий на ИМС DA100, ограничен напряжением питания 8 В через диод VD700. Диод VD702 устраняет отрицательные пульсации.

Задающий каскад кадровой развертки выполнен на ИМС DA100, выходной каскад – на ИМС DA600 (K1051XA1).

Сформированный в ИМС DA100 кадровый пилообразный сигнал с ее выходного усилителя через вывод 44, интегрирующие цепочки R603, C601 и R601, C600 подается соответственно на аналоговый (вывод 1 ИМС DA600) и ключевой (вывод 3 ИМС DA600) входы буферного каскада (драйвера) оконечной ступени кадровой развертки.

Буферный каскад осуществляет токовое управление выходным каскадом и генератором обратного хода кадровой развертки, включенными по схеме с вольтодобавкой.

В первую половину прямого хода (от верхнего края экрана до его середины) кадровый отклоняющий ток протекает по цепи

источник +26 В = фильтр R619 = C603 = C606 = VD600 = вывод 6 ИМС DA600 = верхнее плечо выходного каскада = вывод 5 ИМС DA600 = контакт 1 соединителя X8 (A5) = кадровые отклоняющие катушки = контакт 3 соединителя X8 = C609 – R618 – корпус.

Конденсатор C609 при этом заряжается. Ток второй половины прямого хода кадровой развертки (от середины экрана до его нижнего края) обусловлен разрядом конденсатора C609 по цепи

плюсовая обкладка C609 = контакт 3 соединителя X8 – кадровые отклоняющие катушки = контакт 1 соединителя X8 = вывод 5 ИМС DA600 = нижнее плечо выходного каскада = вывод 4 ИМС DA600 = корпус = R618 = минусовая обкладка C609.

Генератор обратного хода ИМС DA600 формирует импульс повышения напряжения источника питания ИМС DA600, за счет которого лучи кинескопа быстро возвращаются от нижнего края к верхнему, т.е. формирует обратный ход лучей. Этот импульс создает схема вольтодобавки в генераторе обратного хода, имеющая внешние элементы VD600, C607, R612, R617, подключенные к выводам 6, 8 ИМС DA600.

Во время прямого хода конденсатор C607 заряжается до напряжения, близкого по величине к напряжению источника питания, по цепи

источник +26 В = R619 = VD600 = C607 = R612 = R617 = корпус.

Во время обратного хода кадровой развертки ключ генератора включает конденсатор C607 последовательно с напряжением источника питания, при этом диод VD600 запирается и на выводе 6 ИМС DA600 формируется импульс напряжения, равный почти удвоенному значению источника питания.

С части нагрузки ключа вольтодобавки (резисторы R612, R617) снимается кадровый гасящий импульс и через конденсатор С610 подается через резистор R423 на вывод 27 ИМС DD402 синтезатора напряжения.

Параллельно кадровым отклоняющим катушкам подключена демпферная цепочка R604, С604, гасящая паразитные колебания, возникающие в отклоняющих катушках.

Выходная ступень кадровой развертки ИМС DA600 охвачена отрицательной обратной связью по высоким частотам через конденсатор С602. Кроме того, для повышения устойчивости работы весь усилитель сигнала кадрового отклонения охвачен отрицательной обратной связью по току и напряжению.

3.4.5 Модуль питания

Напряжение питающей сети 220 В частотой 50 Гц через соединитель X1, предохранители FU1, FU2, переключатель QS1 поступает через соединитель X3 (A1) на помехоподавляющий фильтр, состоящий из конденсаторов С801, С802, дросселя фильтра L800 и служащий для подавления помех, проникающих из схемы питания в питающую сеть.

Через выпрямительные диоды сетевое напряжение поступает на мостовую схему выпрямления (диоды VD800, VD801, VD803, VD804), и резистор R805, ограничивающий величину пускового тока, заряжает конденсатор С814. Конденсаторы С806...С809, включенные параллельно диодам выпрямителя, – выравнивающие, они устраняют выбросы обратного напряжения при переходных процессах.

Управление силовым ключевым транзистором VT800 типа КП707В2 обеспечивает микросхема DA800 (K1033EУ5). При включении телевизора напряжение питающей сети через резистор R808 заряжает конденсатор С812, который соединен с выводом 6 ИМС DA800. При достижении напряжением на выводе 6 ИМС DA800 порога включения ИМС вырабатывает пусковой импульс, который с вывода 5 ИМС DA800 через цепочку из резисторов R814, R816 и диода VD808 подается на затвор ключевого транзистора VT800 и открывает его.

Во время открытого состояния транзистора VT800 протекает ток по цепи

(+) С814 - выводы (1-19) Т800 = сток-исток VT800 = 0 (-) С814.

Импульсное напряжение, снимаемое с обмотки (3-5) трансформатора Т800, поступает через резисторы R809, R804 на вывод 8 ИМС DA800. Конденсатор С803 фильтрует выбросы этого импульсного напряжения.

В момент времени, когда ток в обмотке (3-5) трансформатора Т800 проходит через нулевое значение, ИМС DA800 вырабатывает следующий пусковой импульс. Длительность пускового и всех последующих импульсов определяется ИМС. Конденсатор С811, подключенный к выводу 7 ИМС DA800, плавно заряжается внутренним опорным напряжением ИМС, нарастание которого приводит к пропорциональному увеличению длительности управляющего (и пускового) импульса на выводе 5 ИМС, что обеспечивает «мягкий» запуск схемы питания. Резистор R809 ограничивает ток через диод при разряженном конденсаторе С804.

Управление режимом работы ИМС DA800 производится по выводу 1. Напряжение с обмотки обратной связи (выводы 3-5) трансформатора Т800 выпрямляется диодом VD802, фильтруется конденсатором С803 и поступает на делитель напряжения на резисторах R802, R803, R806. Последовательно в эту цепь включен стабилитрон VD806. Начальную величину напряжения на выводе 1 DA800 устанавливают переменным резистором R803. Это напряжение потом сравнивается с опорным напряжением ИМС. В зависимости от изменения напряжения на выводе 1 ИМС DA800 будет изменяться длительность управляющих импульсов, что позволяет поддерживать выходное напряжение постоянным, независимо от изменения тока нагрузки во вторичных цепях и напряжения питающей сети.

Резистор R811 и конденсатор С813, подключенные к выводу 2 ИМС DA800, предназначены для формирования пилообразного напряжения, которое пропорционально изменению тока в обмотке (3-5) трансформатора Т800. Увеличение пилообразного напряжения на выводе 2 ИМС DA800 до порогового значения, которое равно напряжению на выводе 1 ИМС DA800, приводит к исчезновению управляющих импульсов на выводе 5 ИМС DA800, тем самым позволяя ограничить ток стока транзистора VT800.

Делитель напряжения на резисторах R812, R813 задает пороговое напряжение на выводе 3 ИМС DA800 при номинальном напряжении сети. Снижение напряжения сети ниже заданного предела приводит к снижению напряжения на выводе 3 ИМС, и в результате ИМС не будет вырабатывать управляющие импульсы.

Питание ИМС DA800 в рабочем режиме осуществляется напряжением с обмотки (3-5) трансформатора T800, которое через диод VD807 подается на накопительный конденсатор C812 и вывод 6 ИМС DA800.

Выпрямители вторичных напряжений выполнены по однополупериодной схеме на диодах VD811...VD814, параллельно которым включены конденсаторы C819, C821...C824, устраняющие выбросы напряжений при коммутации диодов.

Индуктивности L801, L802 сглаживают пиковые выбросы тока через диод VD812 источника +115 В. Резистор R826 выполняет функцию нагрузки по цепи 115 В при работе источника в дежурном режиме, предотвращая тем самым перенапряжение на конденсаторе C827.

Напряжения питания +12 В и +5 В стабилизируются ИМС DA801, которая представляет собой интегральный стабилизатор напряжений 5 и 12 В с возможностью отключения напряжения 12 В.

Конденсаторы C826...C828, C831...C833 фильтрующие на выходах вторичных выпрямителей. В схеме импульсного питания возможны два режима работы рабочий и дежурный (режим ожидания).

В дежурном режиме на выходе источника питания будут только напряжения 115; 15 и 5 В. При этом только напряжение 5 В используется для питания устройств телевизора в дежурном режиме.

В дежурном режиме работы происходит отключение выходных напряжений 15 В (отключается в схеме УЗЧ) и 12 В (отключается с помощью ИМС DA801).

Переход источника питания в рабочий режим осуществляется при подаче на базу транзистора VT401 низкого потенциала с ИМС DD402. При этом транзистор закрывается, на его коллекторе появляется высокий уровень напряжения, которое поступает на вывод 3 ИМС DA801 В результате на выводе 7 ИМС появляется напряжение 12 В.

Для перехода источника питания в дежурный режим работы необходимо прекратить подачу управляющего напряжения на вывод 3 ИМС DA801.

Схема автоматического размагничивания теневой маски кинескопа предназначена для подачи затухающего переменного напряжения питающей сети на петлю размагничивания кинескопа L1 (A11) в момент включения телевизора.

В первый момент подачи питающего напряжения терморезистор R800 имеет малое сопротивление (выводы 1, 3) и практически все напряжение питающей сети подается на петлю размагничивания L1 устройства A11 через

контакты 1, 4 и перемычку между контактами 2, 3 соединителя X4 устройства A11. При протекании через него тока терморезистор R800 разогревается, величина его сопротивления возрастает, напряжение на петле L1 устройства A11 уменьшается.

До появления свечения раstra на экране кинескопа сопротивление терморезистора R800 становится таким, что ток через катушку L1(A11) не протекает, а температура резистора R800 поддерживается на заданном уровне за счет тока, протекающего по цепи

сеть питания = выводы 1-2 резистора R800 = резистор R801 = перемычка между контактами 2 и 3 соединителя X4 = сеть питания.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Подготовка к выполнению работы.

4.1.1 Изучить схемы телевизора (структурную, функциональную и принципиальную), ознакомиться с конструкцией его модулей и блоков (вилка шнура питания телевизора должна быть вынута из сетевой розетки).

4.1.2 Установить шасси в рабочее положение, закрепить заднюю стенку, подключить соединительный шлейф от телевизора к макету.

4.1.3 Убедиться в том, что вход “У” осциллографа подключен к разъему X5 макета, вход синхронизации – к разъему X6, а вольтметры постоянного и переменного тока – к разъемам X4 и X3 соответственно.

4.1.4 К антенному входу телевизора подключить ВЧ-выход генератора испытательных сигналов (ГИТС).

4.1.5 С разрешения преподавателя включить телевизор и измерительные приборы и произвести настройку на частотный канал, в котором работает ГИТС.

4.1.6 Настроить телевизор с помощью пульта дистанционного управления (ПДУ) или кнопок панели управления (КПУ) телевизора.

4.2 Исследование сигналов модуля управления.

4.2.1 Установить переключатель SA7 в положение 1.

4.2.2 Установить переключатель SA1 в положение 1. Нажимая на кнопки ПДУ, просмотреть осциллограммы сигналов, поступающих с фотоприемника на процессор управления. Зарисовать осциллограмму одного из сигналов, измерить тактовую частоту и общую длительность кодовой посылки.

4.2.3 Исследовать формирование напряжения настройки (переключатель SA1 в положении 2). Зарисовать осциллограмму напряжения подстройки. Вычислить скважность импульсов для случаев настройки на верхнюю и нижнюю частоту любого диапазона. Вычислить напряжение настройки для этих сигналов по формуле

$$U_{НАСТР} = (U_{ОП} - U_{MIN}) \frac{\tau}{T}, \text{ В,}$$

где $U_{ОП} = 28 \text{ В}$ – опорное напряжение, подаваемое на схему формирования напряжения настройки;

$U_{MIN} = 1 \text{ В}$ – минимальное напряжение настройки;

τ – длительность импульса;

T – период следования.

Измерить вольтметром постоянного тока аналоговое напряжение подстройки, для этого перевести переключатель SA1 в положение 3. Сравнить полученное значение с вычисленным.

4.2.4 Исследовать сигналы, поступающие на процессор управления от КПУ. Для этого перевести переключатель SA1 в положение 4 и пронаблюдать, как изменяется осциллограмма при нажатии различных кнопок на панели управления телевизора. Зарисовать осциллограммы для случаев ненажатых кнопок и нажатой любой кнопки КПУ.

4.2.5 Исследовать управляющие сигналы регуляторов громкости, яркости, контраста, насыщенности (положения SA1 5-8). Зарисовать осциллограммы каждого сигнала, измерить скважность импульсов для случаев максимального и минимального значения регулируемого параметра. Вольтметром постоянного тока измерить напряжения, получающиеся при этом.

4.2.6 Исследовать сигнал опознавания синхронизации (СОС). Для этого переключить SA1 в положение 9, включить телевизор в режим настройки (SEARCH) и проследить за измерением напряжения СОС. Измерить напряжение СОС в случае точной настройки. Затем настроить телевизор на свободный канал и повторить измерения.

4.2.7 Исследовать сигналы, передаваемые по шине управления I²C (SA1 в положениях 10, 11). Нажимая различные кнопки управления (ПДУ или КПУ), проследить за видом сигнала на шине данных SDA и шине синхронизации SCL. Измерить период сигнала синхронизации.

4.3 Исследование тракта ПЧ и видеодетектора.

4.3.1 Установить переключатель SA7 в положение 4.

4.3.2 Исследовать полный телевизионный сигнал (ПТС), представляющий собой сумму полного цветового телевизионного сигнала (ПЦТС) и радиосигнала звукового сопровождения (РСЗС) на второй ПЧ, на выходе синхронного демодулятора. Для этого перевести SA4 в положение 2 и пронаблюдать осциллограммы ПТС при воспроизведении различных испытательных изображений от ГИТС. Зарисовать осциллограммы ПТС, соответствующие изображениям «Градации яркости» и «Вертикальные цветные полосы (ВЦП)».

4.3.3 Исследовать РСЗС на второй ПЧ (SA4 в положении 2). Измерить вольтметром переменного тока размах РСЗС. Изменяя уровень радиосигнала на выходе ГИТС (соответственно, на антенном входе телевизора), проследить за изменением амплитуды РСЗС на выходе синхронного детектора.

4.3.4 Исследовать ПЦТС (SA4 в положении 3). Для этого повторить измерения п. 4.3.2 объяснить различия между результатами измерений по пп. 4.3.4 и 4.3.2 вычислить степень подавления РСЗС.

4.3.5 Исследовать сигнал автоматической регулировки усиления (АРУ). Изменяя уровень радиосигнала на выходе ГИТС, проследить за изменением напряжения АРУ. Определить порог срабатывания АРУ.

4.3.6 Исследовать сигнал автоматической подстройки частоты гетеродина (АПЧГ). Для этого переключатель SA4 установить в положение 5. Обеспечить точную настройку телевизора на принимаемый канал. Измерить напряжение $U_{\text{АПЧГ}}$. Кнопками «F+» или «F-» измерить (в небольших пределах) настройку, проследить за изменением $U_{\text{АПЧГ}}$. Измерить $U_{\text{АПЧГ}}$ при полной расстройке (настройке на свободный канал).

4.3.7 Исследовать сигнал звуковой частоты (SA4 в положении 6). Вольтметром переменного тока измерить напряжение $U_{\text{зч}}$. Изменяя уровень радиосигнала на выходе ГИТС, проследить за изменением $U_{\text{зч}}$. Сделать вывод о работе схем АРУ и усилителя-ограничителя РСЗС.

4.4 Исследование многостандартного декодера сигналов цветности.

4.4.1 Исследовать работу МДСЦ при приеме сигнала «PAL». Для этого подключить к антенному входу телевизора ГИТС PAL, настроить телевизор. Установить переключатель SA7 лабораторного макета в положение 5.

4.4.2 Исследовать цветоразностные сигналы U_{R-Y} и U_{B-Y} на выходах соответствующих демодуляторов (установить переключатель SA5 в положение 1 или 2). Зарисовать в масштабе двух строк осциллограммы ЦРС для изображения ВЦП. Измерить амплитуду ЦРС для каждой полосы, принимая за «ноль»

амплитуду сигнала, соответствующую (по времени) строчному гасящему импульсу.

4.4.3 Повторить измерения п. 4.4.2 для ЦРС на выходах дискретных линий задержки (SA5 установить в положение 3 и 4). Сравнить полученные результаты с п. 4.4.2.

4.4.4 Исследовать работу МДСЦ при приеме сигнала «SECAM». Для этого подключить к антенному входу ГИТС SECAM, настроить телевизор и повторить измерения по пп. 4.4.2–4.4.3, объяснить работу демодулятора SECAM.

4.4.5 Исследовать трехуровневый стробирующий импульс (SSC). Перевести SA5 в положение 5. Зарисовать осциллограмму SSC в масштабе строки. Не изменяя положение ручек настройки осциллографа, переключить SA5 в положение 9 и зарисовать осциллограмму в том же временном масштабе, что и SSC. Определить относительно строчных синхроимпульсов временные интервалы, соответствующие всем уровням SSC. Вернуть SA5 в положение 5 и зарисовать SSC в масштабе поля (синхронизация осциллографа – от БВС). Определить дальность «третьего» уровня SSC, соответствующего интервалу кадрового гашения в телевизоре. Сравнить полученный результат с длительностью КГИ.

4.4.6 Исследовать сигналы основных цветов U_R , U_G , U_B на выходе МДСЦ (SA5 – в положениях 6, 7, 8 соответственно). Зарисовать осциллограммы сигналов в масштабе строки и в масштабе поля для изображения «ВЦП» и «Градации яркости».

4.5 Исследование модуля видеоусилителей кинескопа (МВК).

Общие замечания по выполнению пп. 4.5 – 4.7. Поскольку исследуемые в этих пунктах модули являются сильносигнальными (с напряжением до 1000 В), сигналы, поступающие с этих блоков на лабораторный макет, ослабляются с целью обеспечения электробезопасности в 2–100 раз (точное значение ослабления указывается в каждом из пунктов). Это следует учитывать при измерениях.

4.5.1 Установить переключатель SA7 в положение 2.

4.5.2 Исследовать сигналы U_R , U_G , U_B на выходах МВК (SA2 в положениях 1, 2, 3). Зарисовать осциллограммы сигналов в масштабе строки и масштабе поля для изображения «ВЦП».

4.5.3 Проследить за изменением сигналов U_R , U_G , U_B при регулировке контраста изображения. Измерить размах сигналов для случаев максимального и минимального контраста (при изменении учитывать, что сигналы ослабляются в 25 раз). Проследить за изменением сигналов U_R , U_G , U_B при регулировке

яркости изображения. Измерить уровни одного из сигналов для случаев максимальной и минимальной яркости изображения. Повторить измерения для изображения «Градации яркости», пронаблюдав, как изменяется число воспроизводимых градаций в зависимости от яркости изображения.

4.5.4 Проследить за изменением сигналов U_R , U_G , U_B при регулировке насыщенности изображения (изображение – ВЦП). Зарисовать в масштабе строки осциллограммы сигналов для случая минимальной, оптимальной (субъективно) и максимальной насыщенности.

4.5.5 По результатам пп. 4.5.3–4.5.4 сделать выводы о способах регулировки яркости, контрастности, насыщенности изображения.

4.5.6 Исследовать сигнал гашения кинескопа (SA2 в положении 4). Зарисовать осциллограмму сигнала $U_{ГАШ}$ в масштабе строки и кадра. Измерить уровни сигнала (с учетом ослабления в 25 раз).

4.6 Исследование блока разверток.

4.6.1 Установить SA7 в положение 5, SA5 в положение 9, зарисовать осциллограмму ПЦТС в масштабе строки (синхронизация осциллографа – по строкам).

4.6.2 Не изменяя положения ручек управления осциллографа (за исключением ручки регулировки чувствительности входа «Y»), переключить переключатель SA7 в положение 3, а SA3 в положение 1 и зарисовать осциллограмму напряжения на строчных отклоняющих катушках. Измерить размах сигнала (с учетом ослабления в 100 раз).

4.6.3 Зарисовать осциллограмму строчных импульсов запуска (SA3 в положении 3) в масштабе строки. Определить фазы открытого и закрытого состояния транзистора выходного каскада строчной развертки (относительно фронта ССИ, см. п. 4.6.1).

4.6.4 Установить SA7 в положение 5, SA5 в положение 9, зарисовать ПЦТС в масштабе кадра (синхронизация осциллографа – по полям или от БВС).

4.6.5 Не изменяя положения ручек управления осциллографа (аналогично п. 4.6.2), переключить SA7 макета в положение 3, SA3 – в положение 4 и зарисовать осциллограмму кадровых импульсов запуска.

4.6.6 На условиях п. 4.6.5 зарисовать осциллограмму напряжения на кадровых отклоняющих катушках. Измерить максимальный размах сигнала (с учетом ослабления в 10 раз). Объяснить причину различия максимальных напряжений на кадровых и строчных отклоняющих системах. Просмотреть осциллограмму сигнала в масштабе 5–10 строк (синхронизация сигнала от БВС) для

случаев нахождения луча в верхней, центральной и нижней части изображения. Зарисовать эти осциллограммы, сделать вывод об особенностях формирования отклоняющего тока в кадровых отклоняющих системах.

4.7 Исследование особенностей работы блока питания.

4.7.1 Установить переключатель SA7 макета в положение 6, режим работы осциллографа автоматический, синхронизация – внутренняя.

4.7.2 Исследовать формирование основного напряжения питания телевизора +115 В (SA6 – в положении 1). Зарисовать осциллограмму сигнала на вторичной обмотке трансформатора импульсного блока питания. Измерить по осциллографу максимальный размах сигнала, а вольтметром – его действующее значение (с учетом ослабления в 50 раз). Измерить скважность и действующее значение напряжения для случаев минимальных и максимальных контрастности и яркости изображения. Перевести телевизор в дежурный режим (с пульта ПДУ), повторить измерения для этого случая. Сделать выводы о работе блока питания в рабочем и дежурном режиме.

4.7.3 Исследовать работу интегрального стабилизатора напряжения +12 В. Включить телевизор в рабочий режим, установить SA6 в положение 2. Зарисовать осциллограмму сигнала на входе стабилизатора, измерить уровень пульсаций $U_{П ВХ}$ и действующее напряжение (с учетом ослабления в 2 раза). Перевести SA6 в положение 3 и повторить измерения. Вычислить степень подавления пульсаций по формуле

$$K_{П} = \frac{2 U_{П ВХ}}{U_{П ВЫХ}},$$

где $U_{П ВХ}$ и $U_{П ВЫХ}$ – размах переменной составляющей напряжения на входе и выходе интегрального стабилизатора, коэффициент 2 учитывает ослабление сигнала в макете.

Перевести телевизор в дежурный режим, измерить напряжение на входе стабилизатора.

4.7.4 Повторить измерения п. 4.7.3 для стабилизатора напряжения +8 В. Здесь SA6 в положении 3 обеспечивает измерение напряжения на входе стабилизатора, а в положении 4 – на выходе.

4.7.5 Измерить действующее напряжение и напряжение пульсаций на входе стабилизатора напряжения +5 В (SA6 в положении 5, телевизор в рабочем режиме).

4.7.6 По результатам пп. 4.7.2–4.7.5 сделать выводы о работе импульсного блока питания в рабочем и дежурных режимах.

Примечание. Выполнение лабораторной работы рассчитано на 8 учебных часов – 2 четырехчасовых занятия либо 2 занятия по схеме 2+2 (2 часа теоретического изучения схемы + 2 часа непосредственно выполнения практической части работы). На первом занятии изучается сигнальная часть телевизора (выполняются пп. 3, 4, 5), на втором – силовая и модуль управления (пп. 2, 6, 7).

5 Содержание отчета (для каждой части работы)

- 1 Титульный лист установленного образца.
- 2 Цель работы.
- 3 Структурная схема телевизора.
- 4 Результаты измерений (по пп. 3, 4, 5 или пп. 2, 6, 7 соответственно).
- 5 Выводы по результатам измерений.

6 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- 1 Назовите основные преимущества супергетеродинной схемы построения телевизионного приемника.
- 2 Назовите основные преимущества и недостатки моноплатной конструкции телевизора.
- 3 Поясните принцип работы селектора каналов всеволнового (СКВ).
- 4 Поясните, почему рабочий диапазон частот СКВ разбит на 3 поддиапазона.
- 5 Где в радиоканале телевизора обеспечивается избирательность: а) по зеркальному каналу, б) по прямому каналу, в) по соседнему каналу?
- 6 Поясните необходимость применения перестраиваемых полосовых фильтров в УРЧ СКВ.
- 7 Объясните, из каких соображений частота гетеродина в СКВ выбрана выше частоты несущей.
- 8 Почему напряжение АРУ на СКВ подается с задержкой?
- 9 Назовите основные достоинства и недостатки схемы тракта ПЧ с совместной обработкой радиосигналов изображения и звукового сопровождения.
- 10 Объясните вид АЧХ УПЧИ, необходимость наличия кососимметричного склона.

- 11 С какой целью производится двойное преобразование несущей частоты сигнала звукового сопровождения?
- 12 Поясните принцип работы синхронного демодулятора: а) с пассивной; б) с активной схемой регенерации опорного сигнала.
- 13 Поясните принцип работы схемы АПЧГ.
- 14 Поясните принцип работы частотного демодулятора радиосигнала звукового сопровождения на базе схемы ФАПЧ.
- 15 Каким образом в телевизоре обеспечивается разделение сигналов яркости и цветности?
- 16 Поясните принцип работы демодулятора СЦ системы PAL.
- 17 Поясните принцип работы демодулятора СЦ системы SECAM.
- 18 Поясните необходимость применения сдвоенной ЛЗ в декодере SECAM.
- 19 Объясните роль трехуровневого строб-импульса (SSC) в демодуляции СЦ систем PAL и SECAM.
- 20 Поясните принцип работы матрицы RGB.
- 21 С какой целью выполняется привязка уровней ЦРС R-Y и B-Y?
- 22 Каким образом выполняется регулировка: а) насыщенности; б) яркости; в) контрастности?
- 23 В какой полярности сигналы R, G, B подаются на катоды кинескопа?
- 24 Поясните принцип работы видеоусилителей.
- 25 Поясните принцип работы схемы автоматического баланса белого (АББ).
- 26 Поясните принцип работы схемы формирования SSC-импульса.
- 27 Поясните принцип работы схемы строчной синхронизации.
- 28 Поясните принцип работы схемы кадровой синхронизации
- 29 Поясните принцип работы строчной развертки.
- 30 Каким образом формируются высоковольтные напряжения: а) фокусирующее; б) ускоряющее; в) второго анода?
- 31 Поясните принцип работы кадровой развертки.
- 32 Поясните принцип работы импульсного блока питания: а) – в рабочем режиме; б) в дежурном режиме.
- 33 Поясните, каким образом осуществляется стабилизация напряжения питания: а) при изменении потребляемого тока; б) при изменении напряжения в питающей сети.
- 34 Назовите основные достоинства и недостатки групповой стабилизации вторичных напряжений.

35 Поясните необходимость применения интегральных стабилизаторов напряжения +5 и +12 В.

36 Поясните основные принципы работы системы дистанционного управления на ИК-лучах.

37 Каким образом формируется напряжение настройки СКВ?

38 Каким образом формируются и доводятся до кинескопа сигналы экранной графики (OSD)?

39 Какие достоинства и недостатки есть у использования цифровой шины управления I²C?

40 Каким образом формируются напряжения регулировок громкости, насыщенности, яркости и контрастности?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ И ПРИНЦИПА РАБОТЫ МОДУЛЯ «КАДР В КАДРЕ»

1 Цель работы

Изучение основных принципов построения модулей «кадр в кадре», способов масштабирования изображения, ознакомление с элементами цифровой обработки телевизионного сигнала.

2 Краткие теоретические сведения

2.1 Назначение, принцип работы и методы построения модуля «кадр в кадре»

Модуль «кадр в кадре» (PIP) позволяет получить на экране телевизора одно или несколько дополнительных изображений уменьшенного размера. В качестве источников сигналов для PIP используются дополнительный радиоканал, видеомаягнитофон, видеодиск или телевизионная камера. Кроме PIP в телевизорах с кинескопом формата 16:9 применяют так называемый POP («кадр вне кадра»), когда одно или несколько малых изображений при приеме телевизионного сигнала обычного формата располагаются на неиспользуемых участках раstra за пределами основного изображения.

В основе PIP и POP лежит использование устройств памяти на строку и поле и цифровая обработка сигнала [20–22]. Требуемый объем памяти зависит от числа дополнительных изображений и их форматов. Наиболее прост в выполнении черно-белый PIP. Кроме существенного сокращения объема полевой памяти при этом исключается цветовой декодер и упрощаются входные цепи.

Использование в PIP памяти на поле позволяет создавать ряд спецэффектов: неподвижный кадр, мозаичное изображение (за счет уменьшения разрядности), зум-эффект (увеличение фрагмента изображения), получение нескольких неподвижных фаз одного из изображений, режим яркостного ключа, когда сквозь малое изображение видны наиболее яркие участки основного изображения, и т.д.

Коротко рассмотрим особенности основных узлов PIP.

Входное устройство. Входное устройство включает в себя аналоговую часть и АЦП. На вход поступают сигналы R, G, B или Y, U, V от нескольких источников. Использование сигналов Y, U, V предпочтительно, так как позволяет сократить объем памяти. Выходной сигнал цифровой. Для выбора источника сигналов необходим электронный коммутатор. Возможны два основных пути выполнения входного устройства: 1) выбранная группа аналоговых сигналов мультиплексируется и поступает на вход одиночного АЦП; 2) используются три АЦП, отдельные для каждой компоненты входных сигналов. Дискретизация сигналов Y, U, V с помощью трех АЦП позволяет по сравнению с мультиплексированием и использованием одиночного АЦП снизить тактовую частоту. Пусть в варианте с тремя АЦП на АЦП сигнала яркости поступает тактовая частота 13,5 МГц, т.е. первоначально формируются 702 пикселя сигнала яркости, число которых сокращается после горизонтальной фильтрации. Если вместо этого применить одиночный АЦП с предварительным мультиплексированием сигналов, то для формата 4:2:2 сигнал на входе АЦП будет иметь вид

$Y1, U1, Y2, V1, Y3, U2, Y4, V2, \dots$

Чтобы частота повторения компонент Y сохранилась равной 13,5 МГц, частота следования мультиплексированных компонент, т.е. тактовая частота одиночного АЦП, должна быть увеличена в два раза – до 27 МГц, что существенно усложняет требования к АЦП.

Вводимое и основное изображения практически всегда асинхронны. Поэтому в канале PIP требуются автономный синхроселектор и формирователь стробирующего сигнала SSC.

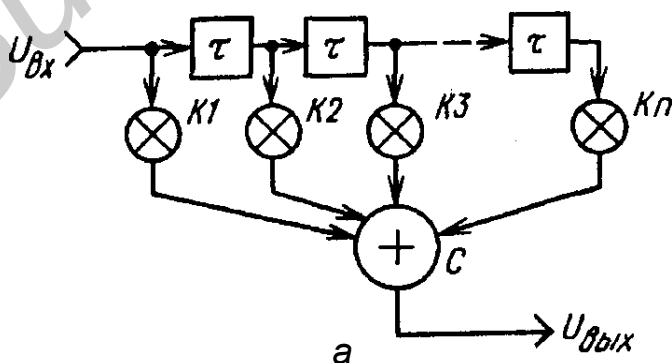
Малое изображение, как правило, составляет 1/4 или 1/3 по ширине и высоте от основного (1/16 или 1/9 по площади). Последний формат удобнее с точ-

ки зрения упрощения дальнейшей обработки. Активный интервал строки основного изображения составляет 52 мкс. Если использовать для дискретизации стандартную тактовую частоту $f_D = 13,5$ МГц, то для составляющей яркости на длине активного интервала строки уложится $N_{СТР} = T_{СТР A} \times f_D = 52 \times 13,5 = 702$ отсчета. Для формата РР 1/3 максимальное число отсчетов малого изображения равно $N_{СТР(1/3)} = 702/3 = 234$, а для формата 1/4 $N_{СТР(1/4)} = 175$. Разрядность m АЦП обычно составляет от 5 до 8. Число отсчетов в строке малого изображения может быть уменьшено, но тогда абсолютная четкость на малом изображении будет меньше, чем на основном.

Узел фильтров. Если сокращение числа отсчетов осуществить непосредственно в АЦП уменьшением тактовой частоты, то на изображении появятся муары и возникнет мерцание при воспроизведении вертикальных линий. Поэтому дискретизацию целесообразно выполнять на стандартной тактовой частоте, а уменьшение формата изображения осуществлять после АЦП усреднением нескольких отсчетов (трех — для сжатия изображения в 3 раза и четырех — для уплотнения вчетверо). Для этого используют трансверсальный фильтр с соответственно выбранными коэффициентами (рисунок 8.1). Алгоритм работы такого фильтра имеет вид

$$U_{\text{вых}}(t) = K_1 \cdot U_{\text{вх}}(t) + K_2 \cdot U_{\text{вх}}(t - \tau) + \dots + K_n \cdot U_{\text{вх}}[t - (n - 1)\tau]. \quad (8.1)$$

Для уплотнения сигнала втрое достаточно двух звеньев задержки, а значения коэффициентов обычно выбирают следующими: $K_1 = K_3 = 0,25$; $K_2 = 0,5$. При этом коэффициент передачи фильтра равен 1, что исключает переполнение. Однако если воспроизводится вертикальная сетка, различие в яркостях ее линий может быть двукратным. С этой точки зрения удобнее фильтр с одинаковыми коэффициентами $K_1 = K_2 = K_3$.



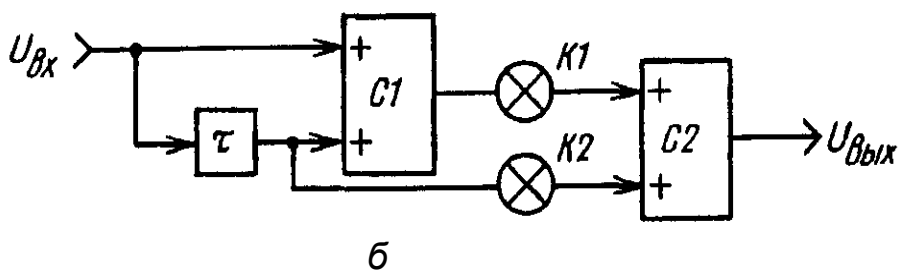


Рисунок 8.1 – Варианты функциональной схемы трансверсального фильтра:
а – стандартная; б – с уменьшенным числом умножителей

Аналогичным образом проводится уплотнение информации по вертикали. Число строк Z_A в активной части поля малого изображения при его масштабе $1/3$ сокращается с $Z_A = 287,5$ до $Z_{A(1/3)} = 95$. Чтобы предотвратить мерцание горизонтальных линий, необходим вертикальный фильтр, в котором складываются с определенными весовыми коэффициентами отсчеты соседних строк. При этом требуются два ЗУ на строку. Для упрощения вертикального фильтра его выполняют рекурсивным (с обратными связями). Устройство такого фильтра показано на рисунке 8.2. Фильтр содержит умножители на коэффициенты $K1$ и $K2$, сумматор C , одно устройство задержки τ на строку и два электронных коммутатора $ЭК1$ и $ЭК2$. Коммутаторы переключаются сигналами от блока управления $БУ$. Цикл обработки составляет три строки. В интервале первой строки $ЭК1$ и $ЭК2$ находятся в положении 1. При этом $U' = K1 \cdot U1$; $U'' = 0$; $U_{Вых} = K1 \cdot U1$. Во второй строке оба коммутатора переводятся в положение 2. При этом $U' = K2 \cdot U2$; $U'' = K1 \cdot U1$; $U_{Вых} = K1 \cdot U1 + K2 \cdot U2$. Наконец, в третьей строке $ЭК1$ устанавливаются в положение 1, а $ЭК2$ — в положение 2. При этом $U' = K1 \cdot U3$; $U'' = K1 \cdot U1 + K2 \cdot U2$; $U_{Вых} = K1 \cdot U1 + K2 \cdot U2 + K1 \cdot U3$. На выходе фильтра выбирают сигналы, соответствующие каждой третьей строке. Если $K1 = 0,25$; $K2 = 0,5$, рекурсивный фильтр эквивалентен трансверсальному с коэффициентами $K1 = 0,25$; $K2 = 0,5$; $K3 = 0,25$.

Рекурсивным может быть выполнен и горизонтальный фильтр. Поскольку вертикальный фильтр включен после горизонтального, объем ЗУ на поле при масштабе малого изображения $1/3$ можно сократить в 9 раз по сравнению со стандартным видеоЗУ. При масштабе $1/4$ объем ЗУ сокращается в 16 раз.

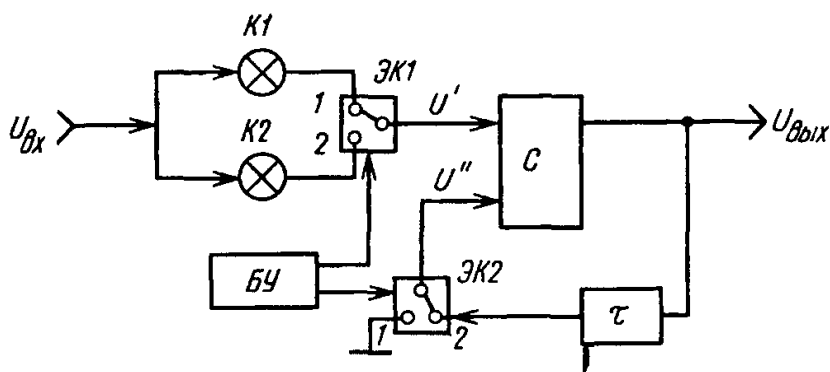


Рисунок 8.2 - Рекурсивный вертикальный фильтр

Организация устройств памяти. Память модуля РІР обычно состоит из строчного буфера и ЗУ на поле. Память на строку может включаться до ЗУ на поле или после него. В последнем случае упрощаются требования к быстродействию полевой памяти, так как запись и считывание из нее производятся с одинаковой, относительно низкой скоростью.

При тактовой частоте АЦП 13,5 МГц, масштабе малого изображения 1:3 и разрядности 6 объем полевой памяти для сигнала Y составит

$$V_{Y(1/3)} = N_{СТР(1/3)} Z_{A(1/3)} m = 234 \cdot 95 \cdot 6 = 22230 \cdot 6 = 133 \text{ Кбит.} \quad (8.2)$$

Объем полевой памяти, отводимой на цветоразностные сигналы, зависит от выбранного формата сигнала. При мультиплексировании входных сигналов с форматом (отношением частот дискретизации яркостного $f_{ДY}$ и цветоразностных $f_{ДУ}$ и $f_{ДV}$ сигналов) 4:2:2 объем ЗУ для записи цветоразностных сигналов составит

$$\begin{aligned} V_{ЦРС(1/3)} &= V_{U(1/3)} + V_{V(1/3)} = (f_{ДR-Y} + f_{ДB-Y}) / f_{ДY} \cdot N_{СТР(1/3)} Z_{A(1/3)} m = \\ &= (2+2) / 4 \cdot 234 \cdot 95 \cdot 6 = 22230 \cdot 6 = 133 \text{ Кбит.} \end{aligned} \quad (8.3)$$

При этом полный объем памяти равен

$$V_{(1/3)} = V_{Y(1/3)} + V_{ЦРС(1/3)} = 266 \text{ Кбит.}$$

Чаще используют формат 4:1:1, что уменьшает объем памяти для сигналов UV до $V_{ЦРС(1/3)} = (1+1) / 4 \cdot 234 \cdot 95 \cdot 6 = 66,69 \text{ Кбит}$ при общем объеме памяти $V_{(1/3)} = V_{Y(1/3)} + V_{ЦРС(1/3)} = 200 \text{ Кбит}$. Видно, что использование в модуле РІР сигналов YUV формата 4:1:1 позволяет уменьшить объем памяти в два раза по

сравнению с вариантом *RGB*, для которого возможен только режим 4:4:4. Еще раз следует отметить, что рассчитанные объемы ЗУ относятся только к одному полю изображения. Часто для упрощения ПИР ограничиваются записью только четных или нечетных полей. Если же используются оба поля, то тактирование вертикального фильтра должно осуществляться так, чтобы обеспечить равномерное чередование строк в четных и нечетных полях дополнительного изображения. Пример правильного тактирования показан на рисунке 8.3. Для управления тактированием необходим детектор четности, определяющий, какое поле проходит в данный момент.

В настоящее время в Европе три фирмы серийно выпускает микросхемы ПИР — это «Philips», «Siemens» и «Micronas».

Комплекты микросхем ПИР фирмы «Siemens». Фирма «Siemens» разработала четыре комплекта СБИС для ПИР. Комплект первого поколения содержит три микросхемы: тройной АЦП SDA9087, контроллер ПИР SDA9088 (с внутренней памятью на поле) и тактовый генератор SDA9086. Комплект позволяет получить одно дополнительное изображение с масштабом 1:3 или 1:4.

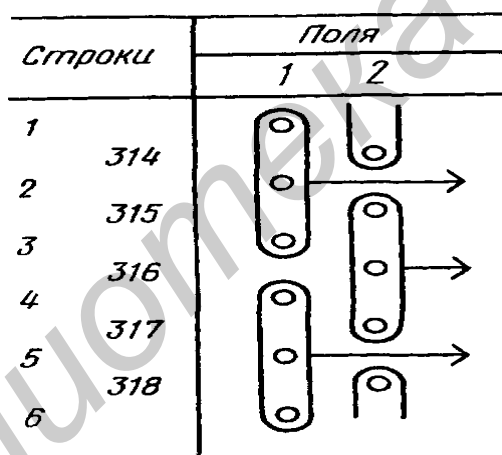


Рисунок 8.3 – Тактирование вертикального фильтра в четных и нечетных полях

На рисунке 8.4 показана функциональная схема СБИС SDA9087. На входы СБИС поступают сигналы *YUV* от цветового декодера, например микросхемы TDA4650 с линией задержки на строку. Каждый из сигналов проходит схему фиксации уровня черного, а затем дискретизируется в АЦП с тактовой частотой 13,5 МГц. Опорные уровни для компараторов АЦП задаются с помощью внешних делителей напряжения, подключенных к выводам 12 и 13. Пятиразрядный цифровой сигнал яркости подается на подстраиваемое устройство за-

держки ПЗУ (от 0 до 1,18 мкс — девять ступеней по 148 нс). Цветоразностные цифровые пятиразрядные сигналы проходят звенья (+/-), позволяющие при необходимости менять их полярность, и поступают на мультиплексор МП с понижением действующей тактовой частоты в четыре раза, до 3,375 МГц. Формат сигналов имеет вид, показанный на рисунке 8.5. За четыре такта пятиразрядного сигнала кости передаются по одному такту пятиразрядных сигналов U и V. Черное в этих сигналах находится на уровне 0,5. Формат сигнала 4:1:1. Получается девятиразрядный цифровой сигнал с тактовой частотой 13,5 МГц.

Тактовый сигнал в микросхеме формируется с помощью системы ФАПЧ, содержащей генератор, управляемый напряжением ГУН, делитель частоты ДЕЛ на 864 (с 13,5 МГц до 15,625 кГц) фазовый детектор ФД. В фазовом детекторе сравнивается выделенная тактовая частота с частотой строчных импульсов воспроизводимого изображения. Строчные импульсы выделяются из SSC воспроизводимого изображения с помощью детектора уровня ДУ. Постоянная времени ФАПЧ определяется внешней RC-цепью, которая подключается к выводу 26 микросхемы.

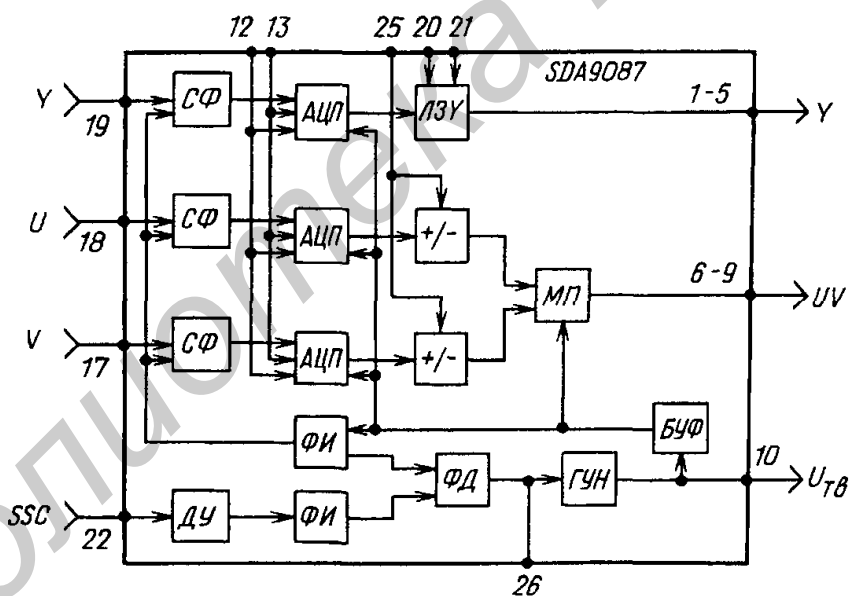


Рисунок 8.4 – Функциональная схема ИМС SDA9087

Y	1	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17
	2	Y21	Y22	Y23	Y24	Y25	Y26	Y27
	3	Y31	Y32	Y33	Y34	Y35	Y36	Y37
	4	Y41	Y42	Y43	Y44	Y45	Y46	Y47
	5	Y51	Y52	Y53	Y54	Y55	Y56	Y57
U	1	U15	U13	U11	X	U25	U23	U21
	2	U14	U12	X	X	U24	U22	X
V	3	V15	V13	V11	X	V25	V23	V21
	4	V14	V12	X	X	V24	V22	X

Рисунок 8.5 – Формат сигналов на выходах SDA9087

Пятиразрядный цифровой сигнал яркости и четырехразрядный мультиплексированный цифровой сигнал UV поступают на процессор PIP SDA9088.

В микросхеме процессора (рисунок 8.6) сигнал проходит демультимплексор ДМП, а затем горизонтальные и вертикальные рекурсивные фильтры Ф. При масштабе малого изображения 1/3 горизонтальный фильтр формирует из трех последующих пикселей один пиксель малого изображения, как это показано на рисунке 8.7. Число отсчетов для сигнала яркости сокращается до 234 на строку, а для сигналов U , V – до 58 на строку. Число строк при этом 95. С учетом потерь на передачу рамки число активных строк сокращается до 88, а число пикселей для Y и U – соответственно до 212 и 53. Вертикальный фильтр формирует один пиксель из пикселей трех смежных строк. Затем сигналы записываются во внутреннюю память на поле (ЗУ). Ее объем (без учета информации о рамке) должен составлять $[(212 \times 88) + (53 \times 88)] \cdot 5 = 116600$ бит. Реальный объем памяти в СБИС составляет 167,9 Кбит. Если масштаб малого изображения уменьшен до 1:4, то в горизонтальном и вертикальном фильтрах усредняются по четыре отсчета и по четыре строки. В результате требуемый объем памяти уменьшается. При использовании сигнала NTSC (525 строк, 60 полей) число строк малого изображения уменьшается до 76 (до 57 для масштаба 1:4). Чтобы исключить мерцание 25 Гц, в память записываются только четные поля дополнительного изображения.

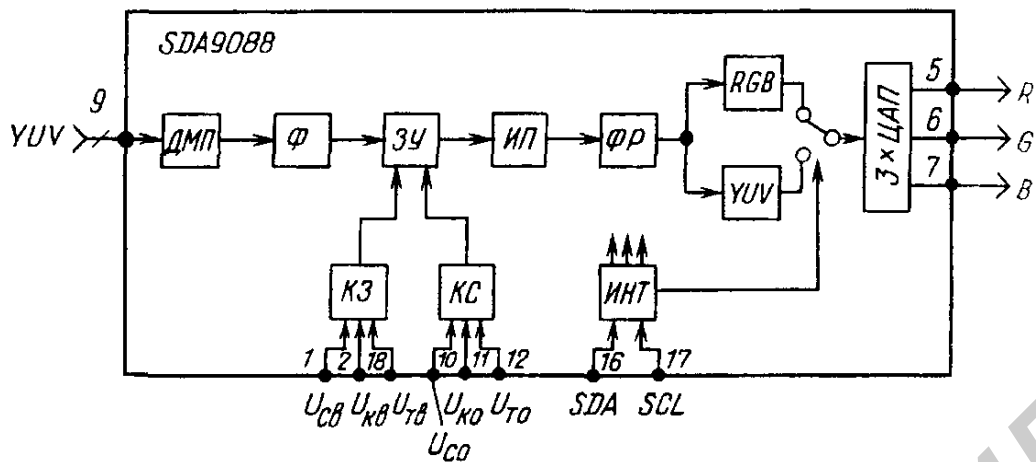


Рисунок 8.6 - Функциональная схема СБИС SDA9088

Управление памятью осуществляется контроллерами записи и считывания (КЗ и КС). На контроллер записи поданы тактовый сигнал 13,5 МГц (U_{TB}), строчные импульсы (U_{CB}) и кадровые импульсы (U_{KB}). Все три сигнала синхронны с дополнительным (врезаемым) изображением. На контроллер считывания поданы аналогичные импульсы (U_{TO} , U_{CO} и U_{KO}), но синхронные с основным изображением.

Считывание из памяти сигнала E_Y производится с частотой 13,5 МГц. Тактовый сигнал считывания вырабатывается микросхемой SDA9086, которая представляет собой генератор со схемой ФАПЧ, служащей для синхронизации тактовой частоты и частоты строк.

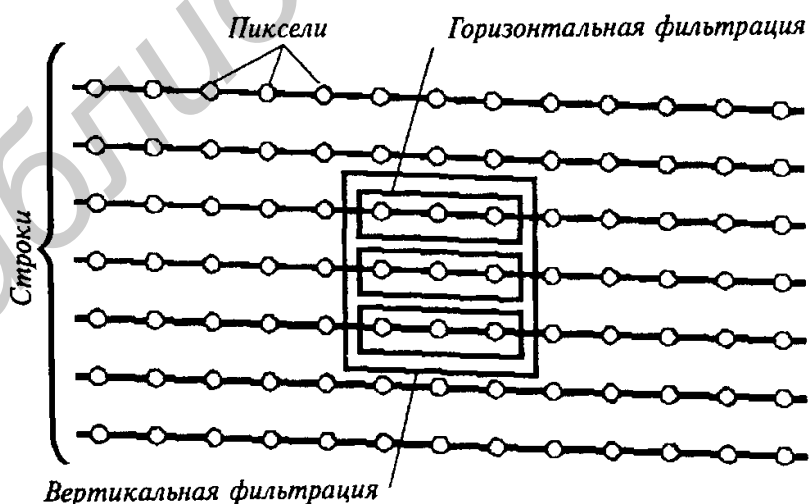


Рисунок 8.7 - К работе горизонтального и вертикального фильтров при формате малого изображения 1/9

В качестве опорного сигнала используются строчные синхроимпульсы основного изображения. Сигналы U , V считываются с частотой 6,75 МГц.

Считанные сигналы проходят интерполяционные фильтры ИФ и формирователь рамки ФР. Затем сигналы можно с помощью матрицы преобразовать в форму RGB или оставить в формате YUV . Переключение режима, как и все другие функции управления, осуществляется по цифровой шине I^2C . Для этого в микросхеме имеется интерфейс шины ИИТ. Заключительная операция — преобразование цифровых сигналов в аналоговые с помощью трех ЦАП. Аналоговые сигналы через электронный коммутатор вводятся в видеотракт телевизора. В результате на экране появляется малое изображение, активная часть строки которого имеет длительность 15,7 мкс. Малое изображение может располагаться в любом из углов основного, а также смещаться по вертикали и по горизонтали. Может осуществляться режим «замороженного» изображения. Цвет рамки выбирается из восьми возможных. Управление производится по шине I^2C .

На рисунке 8.8 показана структурная схема видеотракта телевизора с устройством PIP на СБИС SDA9087 и SDA9088. Источниками видеосигналов являются два радиоканала метровых и дециметровых волн (PK1 и PK2), спутниковый радиоканал СК и внешнее устройство (видеомагнитофон, видеокамера, видеодиск) — вход AV .

Для выбора источников сигналов служат электронные коммутаторы ЭК1 и ЭК2, управляемые по цифровой шине (например, используется микросхема TDA8540). Основной видеоканал содержит декодер цветности и видеопроцессор, имеющий входы для дополнительных сигналов RGB . Синхроселектор основного канала формирует сигнал SSC и задающие импульсы для строчной и кадровой разверток. Канал дополнительного изображения содержит декодер цветности, селектор синхроимпульсов и микросхемы SDA9087, SDA9088, SDA9086. Сигнал SSC дополнительного изображения используется при записи информации в память PIP. Для считывания информации из памяти служат кадровые и строчные импульсы основного изображения, а также тактовый сигнал 13,5 МГц, формируемый микросхемой SDA9086.

Считанные данные преобразуются с помощью матрицы, входящей в состав микросхемы SDA9088, в сигналы RGB и переводятся в аналоговую форму. Аналоговые сигналы поступают на входы RGB видеопроцессора в телевизоре и вводятся в заданный участок основного изображения. Для управления коммутатором видеопроцессора служит сигнал врезки F_B , вырабатываемый в микросхеме SDA9088.

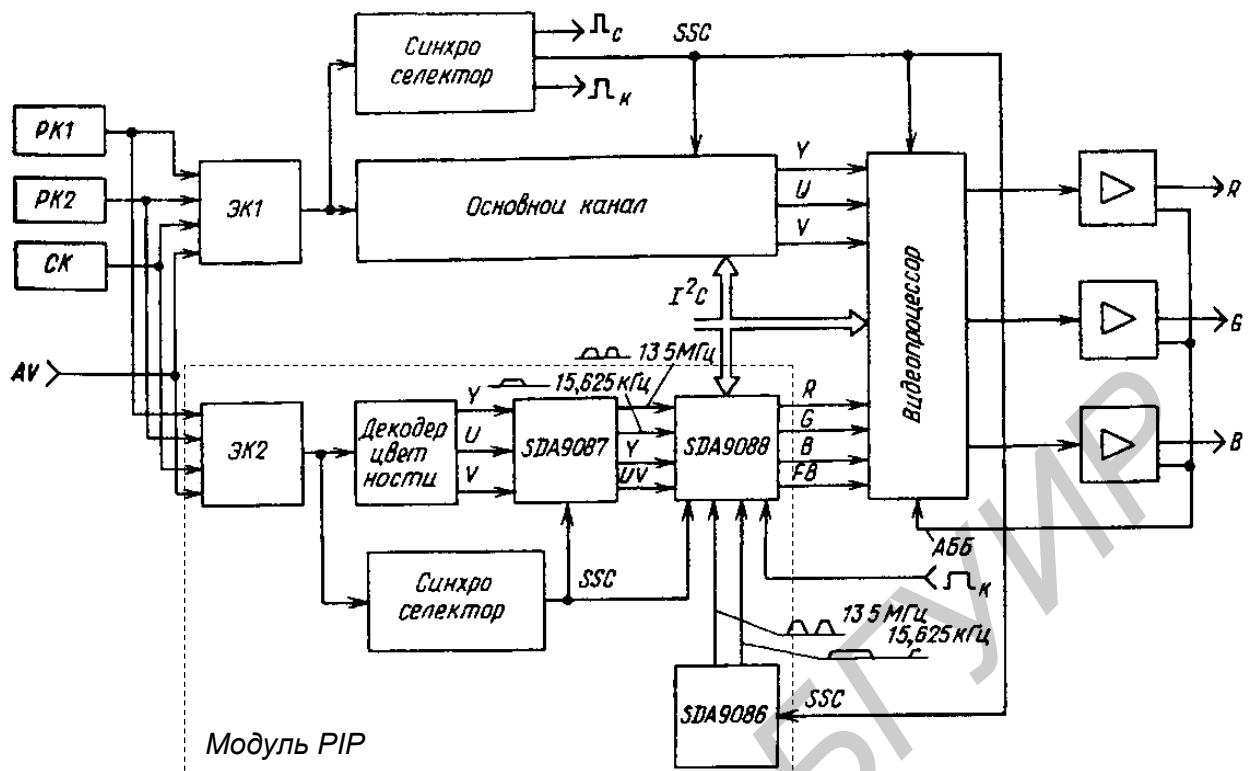


Рисунок 8.8 - Структурная схема включения модуля PIP в видеотракт телевизора

Комплект PIP SDA9087/9088/9086 может использоваться в телевизоре повышенного качества с кадровой частотой 100 Гц и строчной частотой 31,25 кГц. Чтобы перейти в такой режим, достаточно изменить частоты кадровых и строчных импульсов основного изображения, подаваемых на микросхему SDA9088. Тактовая частота при этом должна составлять 27 МГц. Для получения такой частоты меняют напряжения на двух выводах SDA9086, а также меняют одну из команд, подаваемых на SDA9088 по шине I²C.

В 1993 г. фирма «Siemens» начала производство второго поколения СБИС PIP. В состав комплекта входят микросхемы SDA9187-2X и SDA9188-3X. Использование тактового генератора SDA9086 необязательно. Его может заменить кварцевый резонатор с частотой 20,48 МГц. Микросхемы выполнены в корпусах мини-ДИП и рассчитаны на использование поверхностного монтажа. По большинству параметров микросхемы повторяют первое поколение. Отличия состоят в следующем:

- 1) разрядность сигнала яркости увеличена с 5 до 6;
- 2) предусмотрена возможность переключения формата малого изображения с 4:3 на 16:9.

В 1994 г. закончена разработка третьего поколения PIP «Siemens». Ком-

плект состоит из одной микросхемы, содержащей все необходимые цепи, в том числе и память. Микросхема получена объединением в одном кристалле SDA9187 и SDA9188. Называется новый процессор SDA9288X.

Кроме того, фирмой «Siemens» разработан новый процессор PIP SDA9189X. Он работает совместно с тройным АЦП SDA9187 и существенно отличается от SDA9188. Прежде всего, объем полевой памяти увеличен со 169,812 до 329,184 Кбайт. Благодаря этому возможно получение малого изображения, составляющего по площади 1/4 от основного. На этой же площади можно получить четыре изображения с форматом 1/16 или девять с форматом 1/36. Одно из этих изображений движущееся, а остальные — статические. Возможно получение трех вертикально размещенных малых изображений в правой или левой частях экрана формата 16:9 (режим «кадр вне кадра» — POP) и ряда других форматов— всего 19 режимов. Максимальное число отсчетов малого изображения в строке — 288 при числе строк 72. Микросхема позволяет проводить знаковую индикацию малого изображения. Для этого в ее состав введен знакогенератор. Рамка малого изображения может менять ширину, а число возможных ее цветов увеличено до 4096. Процессор SDA9189 (как и SDA9288) не требует использования УЛЗ в декодере дополнительного канала.

2.2 Описание принципиальной электрической схемы модуля «кадр в кадре»

Электрическая схема модуля представлена на рисунке 8.9. Он подключается на входы сигналов RGB в видеопроцессоре или декодере телевизора, а источниками входных сигналов служат видеомаягнитофон, видеокамера или видеодиск. Для просмотра содержания телевизионных программ может использоваться радиоканал видеомаягнитофона. Декодер модуля выполнен на микросхемах TDA4650 (D1) и TDA4660 (D2), последняя из которых выполняет функции линии задержки.

Для управления модулем необходим или отдельный блок управления с выходом на шину I²C, или доработанный блок управления телевизора.

На входе модуля предусмотрен электронный коммутатор на транзисторах VT1, VT2, который позволяет выбирать один из двух внешних видеосигналов. Управление коммутатором осуществляется напряжением U_{ВК} от одного из портов процессора через резистор R9.

Сигнал цветности выделяется полосовым фильтром, образованным элементами L1, C6, C15, C16. В режиме SECAM фильтр настроен на частоту 4,286 МГц. Шунт R5 обеспечивает добротность около 16. Декодер обрабатывает также сигнал PAL и NTSC с частотой цветовой поднесущей 4,43 МГц. При этом полоса пропускания фильтра расширяется, так как к нему с помощью ключевого транзистора VT3 подключается резистор R4. В декодере используется только один кварцевый резонатор ZQ1 на удвоенную частоту цветовой поднесущей PAL (8,8672 МГц). Микросхема задержки D2 имеет номинальное напряжение питания 5 В. Для этого используется тот же источник, что и для цифровых микросхем D4 и D5. Если вместо TDA4660 применяется TDA4661, от вывода 13 микросхемы следует отключить цепь R20C32. Вводимое изображение содержит всего 212 отсчетов сигнала яркости на строку. Поэтому в канале яркости не имеет смысла применять переключаемые режекторные фильтры и они заменены фильтром нижних частот L4C38, обеспечивающим полосу пропускания около 3 МГц.

Сигнал яркости и два цветоразностных сигнала малого изображения подаются на микросхему D4 (SDA9087), содержащую три отдельных АЦП. Опорные напряжения для компараторов АЦП устанавливаются на выводах 12 и 13 D4 внешним делителем напряжения R54R55R56. Нижнее опорное напряжение должно составлять 2 В, а верхнее 3 В. Рабочий диапазон входной амплитудной характеристики АЦП, таким образом, равен 1 В. Для подстройки размахов дискретизируемых сигналов до этого значения используются потенциометры R29, R32 и R36, включенные в базовых цепях эмиттерных повторителей VT6-VT8.

Чтобы обеспечить совпадение во времени сигнала яркости и цветоразностных сигналов, в составе микросхемы SDA9087 предусмотрена управляемая линия задержки. Значение задержки устанавливается изменением с помощью делителей R57R58 и R59R60 потенциалов на выводах 20 и 21 в соответствии с таблицей 8.1.

Таблица 8.1 – Зависимость времени задержки сигнала яркости от напряжения на выводах ИМС SDA9087

<i>Выв.</i> 21	<i>Выв.</i> 20	Время задержки, нс	<i>Выв.</i> 21	<i>Выв.</i> 20	Время задержки, нс	<i>Выв.</i> 21	<i>Выв.</i> 20	Время задержки, нс
<i>U1</i>	<i>U1</i>	0	<i>U2</i>	<i>U1</i>	444	<i>U3</i>	<i>U1</i>	888

$U1$	$U2$	148	$U2$	$U2$	592	$U3$	$U2$	1040
$U1$	$U3$	296	$U2$	$U3$	740	$U3$	$U3$	1180

Здесь $0 < U1 < 0,8$ В; 2 В $< U2 < 2,75$ В; 4 В $< U3 < 5$ В. Напряжение на выводе 25 D4 определяет требуемую полярность подаваемых на микросхему цветоразностных сигналов. Если декодер формирует цветоразностные сигналы с положительной полярностью, вывод 25 соединяют с корпусом. Если полярность цветоразностных сигналов отрицательна, как в данном случае, вывод 25 соединяют с источником напряжения +5 В.

Вводимое и основное изображения в телевизоре практически всегда асинхронны. Поэтому для формирования компонент малого изображения необходимы строчные и кадровые импульсы, которые вырабатываются в отдельном синхроселекторе D3. Синхроселектор выполнен на микросхеме TDA2579. Вместо нее могут использоваться и другие микросхемы аналогичного типа, например K174XA11, KP1021XA2 и т.д. Чтобы эти микросхемы формировали все три составляющих сигнала SSC, необходим блок строчной развертки или его эквивалент — одновибратор. Но в данном случае достаточно, чтобы в сигнале SSC присутствовали лишь две составляющие — строчный строб-импульс и кадровый гасящий импульс. Поэтому микросхема D3 работает без дополнительного одновибратора. Сигнал SSC, синхронный с вводимым изображением и не содержащий строчных гасящих импульсов, подается на микросхему декодера D1 и на вывод 22 микросхемы D4 PIP. Размах этого сигнала, подаваемого на SDA9087, не должен превышать 5 В (уровень ТТЛ). Поэтому используется делитель R47R48.

По шинам с выводов 1-5 и 6-9 микросхемы D4 на D5 (SDA9088) подаются цифровой сигнал яркости и мультиплексированные цветоразностные сигналы. Кроме того, с вывода 10 D4 на вывод 18 D5 проходят тактовый сигнал записи в память $f_T = 13,5$ МГц, а с вывода 24 на вывод 1 — строчные импульсы дополнительного изображения ($U_{\text{стр доп}}$).

Микросхема SDA9088 содержит полевою память емкостью 167,9 Кбайт, строчные регистры памяти и контроллер, необходимый для адресации, управления, формирования рамки и т.д. Контроллер организован так, что считывание из памяти совершенно не зависит от процесса записи. Для управления этими процессами требуются два тактовых сигнала $f_T = 13,5$ МГц. Один из них должен быть синхронным с дополнительным изображением ($U_{\text{д}}$), а другой — с основным изображением ($U_{\text{о}}$). Кроме того, необходимы строчные и кадровые им-

пульсы как дополнительного, так и основного изображения. Тактовый сигнал f_{TO} формируется в D4. Кадровые импульсы дополнительного изображения $U_{КСИД}$ подаются с вывода 3 D3 на вывод 2 D5.

Для формирования тактового сигнала f_{TO} , кратного строчной частоте основного изображения, используется дополнительная ФАПЧ на микросхеме D6 типа SDA9086-3. Микросхема содержит ГУН на частоту 27 МГц, делитель на 2 с драйвером, делитель на 864, фазовый детектор, генератор тока (ГТ) и преобразователь (ПР) ток – напряжение. Постоянная времени ФАПЧ определяется внешней RC-цепью, подключенной к выводу 3 микросхемы. Если PIP используется в телевизоре высокого класса с кадровой частотой 100 Гц и строчной частотой 31,25 кГц, вывод 6 микросхемы SDA9086-3 отключается от корпуса и присоединяется к источнику питания +5 В. Меняя напряжение на выводе 1, можно изменять требования к амплитуде подаваемых на микросхему строчных импульсов основного изображения (подключение вывода 1 к корпусу соответствует уровню ТТЛ, а подключение к источнику +5 В — уровню SSC).

В любом случае на микросхему SDA9088 подаются не SSC основного изображения, а отдельно строчные и кадровые импульсы ($U_{ССИО}$ и $U_{КСИО}$). Их можно снять с модуля синхроселектора телевизора, а можно, как на рисунке 8.9, сформировать из SSC основного изображения. Строчные импульсы, вернее строчные стробирующие импульсы, выделяются с помощью транзистора VT11 и стабилитрона VD7. Кадровые гасящие импульсы выделяются схемой на транзисторах VT9, VT10 с интегрирующей цепью R73C75R74.

С выходов микросхемы D5 снимаются сигналы R, G, B и импульс врезки F_B , переключающий коммутатор в декодере телевизора и выводящий на его экран дополнительное изображение. При необходимости командой по цифровой шине можно изменить режим работы SDA9088 так, что на ее выходах будут выделяться сигналы Y, U, V.

Большинство функций PIP регулируются по цифровой шине I²C. Провода шины подключены к выводам 16 (шина данных SDA) и 17 (шина тактовых импульсов SCL) микросхемы D5. Шина соединяет микропроцессор в блоке управления со всеми микросхемами, в которых проводятся регулировки.

Первый байт передаваемого сообщения содержит адрес ведомой микросхемы. Микросхема SDA9088 имеет адрес 00101110. Второй байт содержит адрес выбранного регистра. Следующий байт содержит сообщение, записываемое в этот регистр. После записи данных в регистр его адрес автоматически увеличивается на единицу. Шинный интерфейс SDA9088 содержит пять регистров, имеющих адреса 00, 01, 02, 03 и 04.

В регистре 00 (таблица 8.2) информация занимает 6 бит из 8.

Таблица 8.2 – Содержание регистра 00 ИМС SDA9088

Бит	Функция	Название	Пояснения
<i>d0</i>	0 = PIP выключен	PON	Если <i>d0</i> =0, нет импульса врезки F_B и выходных сигналов
	1 = PIP включен		
<i>d1</i>	0 = YUV	OUT	Формат выходных сигналов
	1 =RCB		
<i>d2</i>	0 = полевой режим	NINT	Режим воспроизведения
	1 = кадровый режим		
<i>d3</i>	0 = ФАПЧ выключена	PPLL	При <i>d3</i> =0 к микросхеме подключают внешний тактовый сигнал основного изображения
	1 = ФАПЧ включена		
<i>d4</i>	0= 1/9	SIZE	Размер дополнительного изображения
	1 =1/16		
<i>d5</i>	0 = движущееся изображение	STILL	Режимы движущегося и неподвижного изображений
	1 = неподвижное изображение		
<i>d6,d7</i>	Не используются		

Бит *d0* управляет включением и выключением дополнительного изображения. В выключенном состоянии на выводах SDA9088 отсутствуют импульс врезки F_B и видеосигналы. Изменением значения бита *d1* можно переходить на выходах PIP от формата RGB к формату YUV. При этом на выходе R выделяется сигнал (-V), на выходе G — сигнал Y, а на выходе B — сигнал (-U). Бит *d2* обеспечивает использование одного или обоих полей из каждого кадра вводимого изображения. Обычный режим *d2*=0. Бит *d3* определяет режим формирования тактового сигнала основного изображения. Если используется микросхема SDA9086, устанавливают *d3*=0. Бит *d4* меняет формат вводимого изображения. Бит *d5* позволяет получить неподвижное («замороженное») изображение, если *d5*=1.

Изменение содержания регистра 01 позволяет вводить или не вводить рамку для малого изображения и управлять ее цветом (таблица 8.3).

Таблица 8.3 – Содержание регистра 01 ИМС SDA9088

Бит	Функция	Название																																				
<i>d0</i>	0 = без рамки 1 = с рамкой	FRON																																				
<i>d1-d3</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>d3</i></th> <th><i>d2</i></th> <th><i>d1</i></th> <th>Цвет рамки</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>Синий</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>Фиолетовый</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>Зеленый</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>Белый</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>Красный</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>Желтый</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>Оранжевый</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>Голубой</td></tr> </tbody> </table>	<i>d3</i>	<i>d2</i>	<i>d1</i>	Цвет рамки	0	0	0	Синий	0	0	1	Фиолетовый	0	1	0	Зеленый	0	1	1	Белый	1	0	0	Красный	1	0	1	Желтый	1	1	0	Оранжевый	1	1	1	Голубой	COLO-COL2
<i>d3</i>	<i>d2</i>	<i>d1</i>	Цвет рамки																																			
0	0	0	Синий																																			
0	0	1	Фиолетовый																																			
0	1	0	Зеленый																																			
0	1	1	Белый																																			
1	0	0	Красный																																			
1	0	1	Желтый																																			
1	1	0	Оранжевый																																			
1	1	1	Голубой																																			
<i>d4-d7</i>	Не используются																																					

Регистры 02 и 03 (таблицы 8.4 и 8.5) позволяют в небольших пределах сдвигать малое изображение по вертикали и горизонтали в рамках выбранной четверти основного изображения, которая определяется битами *d6*, *d7* в регистре 03. Биты *d4—d6* регистра 02 позволяют подстраивать положение импульса врезки по горизонтали ступенями, соответствующими периоду тактовой частоты основного изображения. Это дает возможность компенсировать несовпадение во времени импульса врезки и вводимого изображения.

Регистр 04 управляет параметрами строчного синхроимпульса, частотой тактового генератора и режимов ввода импульса врезки, как это показано в таблице 8.6.

Таблица 8.4 – Содержание регистра 02 ИМС SDA9088

Бит	Функция	Название	Пояснения	
<i>d0-d3</i>	Задержка считывания по вертикали в периодах строчной развертки основного изображения	RDVO-RDV3		
<i>d3</i>	<i>d2</i>	<i>d1</i>	<i>d0</i>	Задержка
0	0	0	0	0
0	0	0	1	2
0	0	1	0	4
.....				
1	1	1	0	28
1	1	1	1	30

<i>d4-d6</i>	Выбор задержки в периодах тактовой частоты основного изображения				SDO-SD2	Сдвиг импульса врезки
	<i>d6</i>	<i>d5</i>	<i>d4</i>	Задержка		
	0	0	0	0		
	0	0	1	1		
	0	1	0	2		
					
1	1	0	6			
1	1	1	7			
<i>d7</i>	Не используется					

Бит *d0* регистра *04* меняет требуемый размах строчных импульсов основного изображения, которые подаются на вывод *10* SDA9088. При использовании микросхемы SDA9086 устанавливают *d0* =1. Бит *d1* устанавливают в нуль. Значение *d1* =1 применяется, если телевизор имеет блок повышения качества изображения, кадровая частота составляет 100 Гц, а строчная — 31 кГц. Бит *d2* позволяет выключить импульс врезки, сохранив сигналы RGB (режим наложения основного и вводимого изображений). Бит *d3* устанавливают в нуль, если используется микросхема SDA9086. Биты *d4—d7* позволяют менять в некоторых пределах амплитуды аналоговых сигналов на выходах ЦАП.

Модуль может быть подключен к любому телевизору, имеющему быстросрабатывающий коммутатор сигналов RGB, начиная с телевизора ЗУСЦТ с модулем цветности МЦ-31. При этом требуется отдельный цифровой блок управления с пультом.

Таблица 8.5 – Содержание регистра *03* ИМС SDA9088

Бит	Функция						Название	
<i>d0-d5</i>	Задержка считывания по горизонтали в тактовых интервалах						RDH0 — RDH5	
	<i>d5</i>	<i>d4</i>	<i>d3</i>	<i>d2</i>	<i>d1</i>	<i>d0</i>		Задержка
	0	0	0	0	0	0		0
	0	0	0	0	0	1		2
	0	0	0	0	1	0		4
							
							
	1	1	1	1	1	0		248
	1	1	1	1	1	1		252

<i>d6, d7</i>	Место малого изображения			POS0 — POS1
	<i>d7</i>	<i>d6</i>	Положение	
	0	0	Слева вверху	
	0	1	Справа вверху	
	1	0	Слева внизу	
1	1	Справа внизу		

Таблица 8.6 – Содержание регистра 04 ИМС SDA9088

Бит	Функция	Обозначение	Пояснение
<i>d0</i>	0 = SSC – уровень строчных импульсов основного изображения 1 = ТТЛ – уровень строчных импульсов	HSP5	Переключение уровня строчного импульса
<i>d1</i>	0 = 13,5 МГц ФАПЧ 1 = 27 МГц ФАПЧ	PL27	Переключение частоты тактового генератора
<i>d2</i>	0 = импульс врезки внутренний 1 = импульс врезки внешний	SOP	Выбор режима по выходу SELECT
<i>d3</i>	0 = внешний строчный синхроимпульс 1 = внутренний строчный синхроимпульс	HSPINT	Импульсы от ФАПЧ
<i>d4-d7</i>	Подстройка ЦАП	CON 0-3	

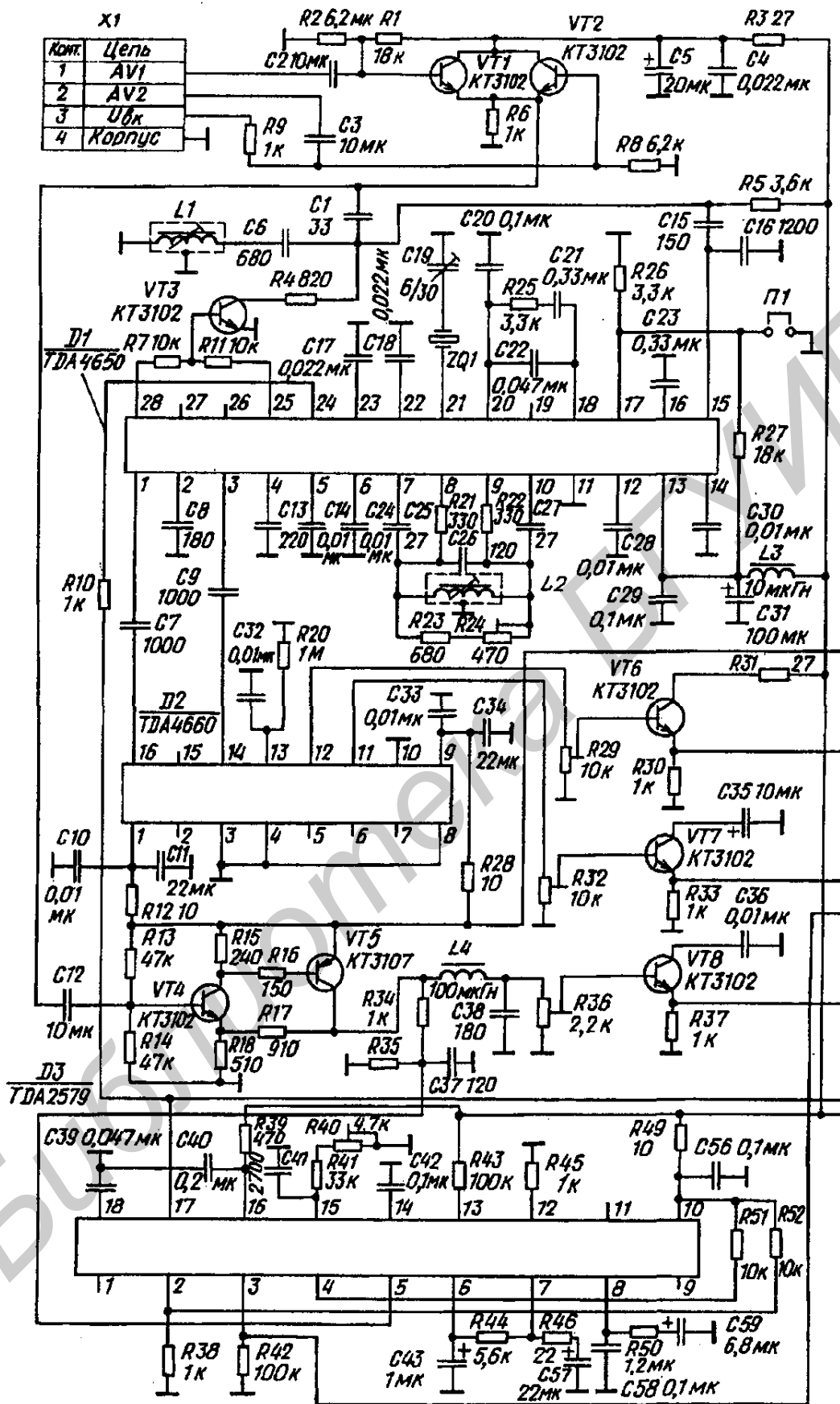


Рисунок 8.9 – Принципиальная электрическая схема модуля PIP (начало)

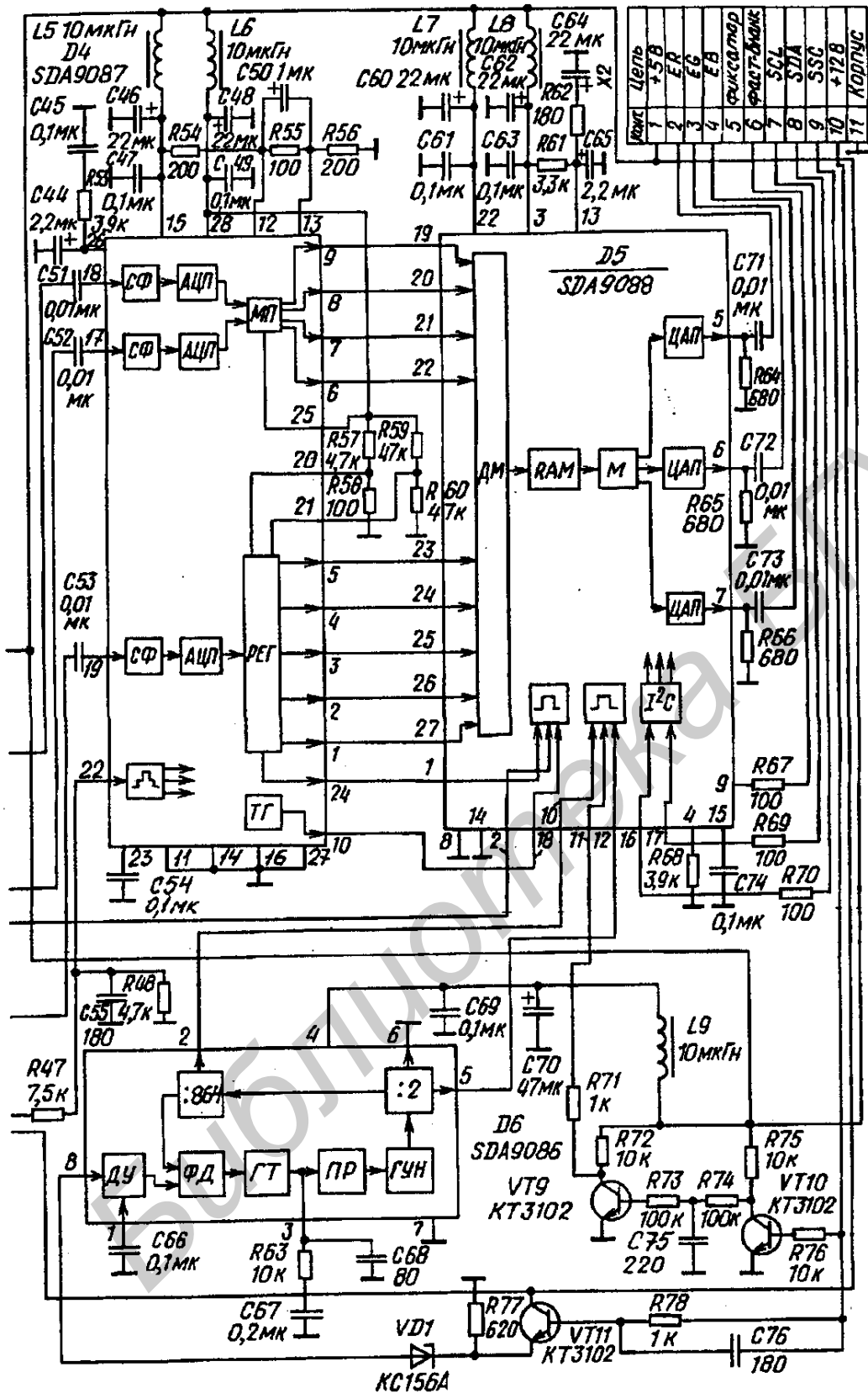


Рисунок 8.9 – Принципиальная электрическая схема модуля PIP
(окончание)

3 Порядок выполнения работы

3.1 Исследование входных сигналов дополнительного изображения.

3.1.1 Подключить вход «Y» осциллографа к выходу «X3» лабораторного макета. Синхронизация осциллографа – внешняя, сигналом с выхода «X4». Подать от генератора испытательных сигналов (ГИТС) сигнал «Вертикальные цветные полосы» (ВЦП).

3.1.2 Зарисовать в масштабе строки осциллограммы полного цветного телевизионного сигнала (ПЦТС), яркостного (Y) и цветоразностных (U, V) сигналов (выбор сигналов – переключателем S1.1, положения 1–4).

3.2 Исследование цифровых сигналов дополнительного изображения.

3.2.1 Подключить вход «Y» осциллографа к выходу «X1» лабораторного макета. Синхронизация осциллографа – по п. 3.1.1. Подать от ГИТС испытательный сигнал «Градации яркости».

3.2.2 Зарисовать осциллограммы двоичных сигналов на выходах аналого-цифрового преобразователя (АЦП) яркостного сигнала (положения 1–5 переключателя S1.2; положение 1 соответствует старшему разряду, 5 – младшему).

3.2.3 Записать (определить) в двоичном коде значение яркостного сигнала на каждой из восьми градаций. Рассчитать абсолютные значения сигнала в предположении, что размах от уровня черного до уровня белого равен 0,7 В.

3.2.4 Подать от ГИТС сигнал ВЦП. Проанализировать, как изменились осциллограммы по сравнению с п. 3.2.2.

3.2.5 Зарисовать осциллограммы двоичных сигналов на выходах мультиплексора цифровых цветоразностных сигналов (положения 6–9 переключателя S1.2).

3.2.6 Подать от ГИТС сигнал «градации яркости». Проанализировать изменение осциллограмм по сравнению с п. 3.2.5.

3.3 Исследование выходных сигналов модуля «кадр в кадре».

3.3.1 Подключить вход «Y» осциллографа к выходу «X2» лабораторного макета. Синхронизация осциллографа – от блока выбора строки (БВС), сигналом с выхода «X5». На вход канала основного изображения подать от ГИТС испытательный сигнал одного из цветных полей (R, G, B) или сигнал ВЦП. На вход канала дополнительного изображения от второго ГИТС подать сигнал ВЦП.

3.3.2 Зарисовать в масштабе строки осциллограммы выходных сигналов (R_d , G_d , V_d , F_V) модуля «кадр в кадре» (положения 1–4 переключателя S1.3). Изменяя положение дополнительного изображения на экране, проанализировать изменение осциллограмм.

3.3.3 Изменить масштаб дополнительного изображения с 1/9 на 1/16. Проследить за изменением осциллограмм. Измерить длительность импульса врезки F_V для обоих случаев.

3.3.4 Аналогично пп. 3.3.2 и 3.3.3 зарисовать осциллограммы сигналов в масштабе поля. С помощью БВС осциллографа определить число строк, занимаемых дополнительным изображением масштаба 1/9 и 1/16.

3.3.5. Повторить п. 3.3.2 для выходных сигналов R, G, V основного канала (положения 5–7 переключателя S1.3).

3.3.6. Подать на вход дополнительного канала сигнал произвольной телевизионной программы. Включить режим «стоп-кадр». Зарисовать сигналы R, G, V для одной из строк изображения. Изменить масштаб дополнительного изображения, проанализировать изменение осциллограмм.

4 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1 Цель работы.
- 2 Структурная схема модуля «кадр в кадре».
- 3 Результаты измерений по пп. 3.1 – 3.3.
- 4 Вывод.

5 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- 1 Определение, свойства и разновидности систем телевидения повышенного качества (ТПК).
- 2 Основные признаки телевизионного приемника повышенного качества.
- 3 Структурная схема телевизора повышенного качества.
- 4 Принципы построения модуля «кадр в кадре», его структурная схема.
- 5 Цифровая обработка сигналов в модуле «кадр в кадре», необходимые управляющие сигналы.
- 6 Определение требуемого объема блока памяти в зависимости от масштаба дополнительного изображения.

7 Включение модуля «кадр в кадре» в аналоговый и цифровой основной канал.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ткаченко А.П. Цветное телевидение. – Мн.: Беларусь, 1981. – 255 с.
- 2 Ельяшкевич С.А., Кишеневский С.Э. Унифицированные цветные телевизоры II класса. – М.: Связь, 1977. – 112 с.
- 3 Унифицированные цветные телевизоры блочно-модульной конструкции УПИМЦТ-61-II / Под ред. С.А.Ельяшкевича. – М.: Связь, 1979. – 128 с.
- 4 Артюхов О.М. Новые цветные телевизоры // Техника кино и телевидения. 1985. №2. С. 22–29.
- 5 HORIZONT. Телевизоры цветного изображения 37/51/54CTV-655. Инструкция по ремонту.
- 6 HORIZONT. Телевизоры цветного изображения 51/61CTV-656, 51/61CTV-656T, 63CTV-656i, 63CTV-656T-i. Инструкция по ремонту.
- 7 HORIZONT. Телевизоры цветного изображения 51CTV-662, 70CTV692. Инструкция по ремонту.
- 8 Инструкция по ремонту телевизоров цветного изображения HORIZONT - 51/54CTV-664, 51/54CTV-664T, 63CTV-694T, 70CTV-694TS/.
- 9 HORIZONT. Цифровые телевизоры 54/63DTV-700T-i. Инструкция по ремонту.
- 10 Телевизионные микросхемы. Т. 1: ИМС обработки ТВ сигналов. Справочник/ Сост. Ю.Ф.Авраменко. – СПб.: Наука и техника, 2004. – 288 с.
- 11 Саулов А.Ю. Новейшие телевизоры HORIZONT. – СПб.: Наука и техника, 2001. – 480 с.
- 12 Ткаченко А.П., Хоминич А.Л. Повышение качества телевизионного изображения и звукового сопровождения: Учеб. пособие для студ. спец. «Телекоммуникационные системы», «Радиотехника» и «Радиотехнические системы». В 2 ч. Ч.1: Тракты промежуточной частоты изображения и звукового сопровождения ТВ приемников. – Мн.: БГУИР, 2001. – 55 с.
- 13 Интегральные микросхемы: Микросхемы для телевидения и видеотехники: Справочник. Вып. 2. – М.: ДОДЭКА, 1995. – 304 с.
- 14 Бурковский А. Современные селекторы телевизионных каналов. //Радио. 1999. №5. – С.6–7, №7. – С.8–9.

15 Бурковский А. Современные селекторы ТВ каналов с синтезом частоты //Радио. 2000. №6. – С. 7–9.

16 Бурковский А. Современные селекторы ТВ каналов «БЕЛВАР». //Радио. 2003. №12. – С. 10–13.

17 Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника». 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988. – 448 с.

18 Кантор Л.Я., Дорофеев В.М. Помехоустойчивость приема ЧМ сигналов. – М.: Связь, 1977. – 336 с.

19 Шахгильдян В.В., Ляховкин А.А. Системы фазовой автоподстройки частоты. – М.: Связь, 1972. – 448 с.

20 Бытовая радиоэлектронная техника: Энцикл. справочник / Под ред. А.П.Ткаченко. – Мн.: БелЭн, 1995. – С. 588–592.

21 Хохлов Б.Н. Декодирующие устройства цветных телевизоров. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1992. – С. 263–266.

22 Хохлов Б.Н. Декодирующие устройства цветных телевизоров. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1998. – С. 341–354, 439-470.

Учебное издание

Ткаченко Анатолий Пантелеевич,
Капуро Павел Александрович,
Хоминич Александр Леонидович

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по дисциплинам

“Телевидение”, “Телевизионные системы”,
“Телевидение и отображение информации”
для студентов специальностей

“Многоканальные системы телекоммуникаций”, “Системы радиосвязи,
радиовещания и телевидения”, “Радиотехника”, “Радиоэлектронные системы”
и “Радиоинформатика”
всех форм обучения

В 2-х частях

Часть 2

Редактор Т.А. Лейко
Корректор Е.Н. Батурчик
Компьютерная верстка В.М. Ничипорович

Подписано в печать
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 4,6.

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 200 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л.
Заказ 415.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
Лицензия на осуществление издательской деятельности №02330/0056964 от 01.04.2004.
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности №02330/0131518 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6